N° d'ordre 2002ISAL0047. Année 2002

Thèse

Aide à la conception, évaluation et démarche qualité pour le déploiement de formations multimédias en milieu industriel

Présentée devant
L'institut National des Sciences Appliquées de Lyon

Pour obtenir
Le grade de docteur

Formation doctorale : Informatique
École doctorale : Informatique et Information pour la Société

Par
Laurent DUQUESNOY
Soutenue le 27 septembre 2002 devant la Commission d'Examen

JURY MM.

Directeur	Patrick	PREVOT	Professeur
	Françoise	SANDOZ-GUERMOND	Maître de Conférences
Rapporteur	Guy	GOUARDERES	Professeur
Rapporteur	Pierre	TCHOUNIKINE	Professeur
	Jean-Luc	BERGER	Ingénieur (Thales)
	Jean-Pierre	PEYRIN	Professeur
Invité	Jacques	PERRIN	Professeur

Laboratoire Interaction Collaborative, Téléformation, Téléactivités (ICTT

Remerciements

Ce travail de recherche n'aurait pu aboutir sans une réelle collaboration et un échange d'idées entre tous ceux qui y ont participé ; je tiens ici à les remercier.

En premier lieu, ma reconnaissance s'adresse conjointement à Jean-Luc Berger, Patrick Prévôt et Françoise Sandoz-Guermond pour leur triple encadrement très efficace dans la conduite de ces travaux.

Merci donc à Mr Prévôt, Professeur à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, et responsable pour cette école du laboratoire ICTT, qui a encadré cette thèse. Sa confiance ne m'a jamais fait défaut, et il a constamment porté un regard critique, ouvert et constructif sur mes travaux. En dépit d'un emploi du temps fort chargé, j'ai conscience des efforts qu'il a du fournir pour se rendre disponible, particulièrement durant la phase de rédaction de ce mémoire.

Mes remerciements vont également à Mr Berger, responsable du Service Communication et formation interne de Thales / TIV. En contrat Cifre, j'ai passé le plus clair de mon temps de recherche dans l'entreprise, et je dois dire avec un véritable plaisir. Mr Berger a été à la fois pertinent, pédagogue et enthousiaste dans son suivi quotidien de mes travaux. Il s'est considérablement investi dans la réussite du projet SIMPA, et les résultats obtenus tiennent essentiellement à son accompagnement.

Un grand merci à Françoise Sandoz-Guermond qui m'a accompagné dans mes démarches scientifiques. Son aide a été extrêmement précieuse lors de la (pénible) rédaction de ce mémoire : un grand nombre de ses remarques pertinentes a amélioré la structure et la présentation de la thèse. Elle a toujours su faire preuve d'une grande sollicitude envers moi.

Je tiens ensuite à remercier Mr Guy Gouardères, Professeur à l'Université de Pau et des Pays de l'Adour, pour avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse. Merci pour ses conseils qui ont participé à la pertinence et la clarification du mémoire.

Merci également à Pierre Tchounikine, Professeur à l'Université du Maine, pour avoir porté une lecture attentive à mon mémoire. Par son évaluation, il a multiplié les remarques constructives sur mes travaux.

Ma reconnaissance va également envers Mr Jean-Pierre Peyrin, Professeur à l'Université Joseph Fourier de Grenoble, qui a bien voulu faire partie du Jury.

Je remercie Jacques Perrin, Professeur à l'Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, qui s'est montré très intéressé par cette thèse, et a souhaité être membre invité du Jury.

Il serait trop long de toutes les nommer, mais je remercie chaleureusement toutes les personnes qui, aussi bien à TIV qu'au laboratoire ICTT, ont participé de près ou de loin à ce travail. Je pense particulièrement à Francine Letrône, Christine Tremblay, Christiane Arlot ou Catherine Kubenka chez Thales, merci pour leur intérêt, leurs conseils, et leur chaleur humaine qui ont rendu mon travail très agréable. Merci également à toute l'équipe du

laboratoire ICTT (secrétariat, doctorants, chercheurs et direction) pour son accueil, ses relations à la fois professionnelles et amicales.

Enfin, je tiens à remercier particulièrement ma compagne Florence qui m’a soutenu, « supporté » et encouragé tout au long de ces travaux ; c’est aussi grâce à elle que je me suis épanoui durant ces trois années.

Notes au lecteur

Voici quelques informations utiles qui faciliteront la lecture de ce mémoire :

- les **caractères gras** mettent en évidence les mots clés dans le texte,
- les *caractères italiques* sont utilisés pour les expressions latines, mentionner des traductions anglaises ou signifier un nom propre ou une expression de référence,
- les caractères en police 10 dans le texte proposent au lecteur intéressé un approfondissement sur une notion ou un problème ; ils ne sont pas indispensables à la compréhension du document,
- les notes de bas de page[1] apportent des remarques ou précisions supplémentaires,
- les sigles et acronymes sont explicités lors de leur première apparition dans le texte ; le lecteur pourra les retrouver dans le glossaire en fin de document,
- le genre masculin est utilisé à titre générique, en particulier lorsque les acteurs de la formation sont mentionnés.

[1] Dont voici un exemple.

Table des matières

INTRODUCTION GÉNÉRALE **15**

PARTIE I
LES SYSTÈMES DE FORMATION ASSISTÉE PAR ORDINATEUR DANS L'INDUSTRIE : EN RÉPONSE À QUELS BESOINS ? **17**

I.1 L'ENTREPRISE ET LES STIC 19
I.2 FORMATION EN ENTREPRISE : DE L'EAO AU E-LEARNING 21
I.2.1 Du béhaviorisme au constructivisme *21*
I.2.2 Le contexte actuel *23*
I.2.3 Quelles applications à la formation industrielle ? *24*
I.3 LES ACTEURS DE LA FORMATION ET LEURS BESOINS 25
I.3.1 Une typologie des besoins *25*
I.3.2 Le point de vue de l'apprenant *26*
I.3.2.1 L'apprenant adulte 26
I.3.2.2 La motivation d'apprendre 27
I.3.2.2.1 Créer le besoin 27
I.3.2.2.2 Jouer sur la motivation 28
I.3.2.2.3 Le rôle de la motivation 29
I.3.2.3 L'encadrement adapté 30
I.3.2.3.1 Ressources humaines 30
I.3.2.3.2 Ressources matérielles 30
I.3.2.4 L'atteinte des objectifs 31
I.3.3 Le point de vue du formateur *32*
I.3.3.1 Qu'est-ce que la médiation ? 32
I.3.3.2 Le formateur est un médiateur 34
I.3.3.3 Adapter la relation pédagogique 34
I.3.4 Les points de vue de l'expert et de l'auteur *35*
I.3.4.1 La conception des supports et des contenus 35
I.3.4.2 L'usage des supports et des contenus 36
I.3.5 Le point de vue du manager *36*
I.3.5.1 Des formations « à la demande » 37
I.3.5.2 Des formations « juste à temps » 37
I.3.5.3 Des formations à moindre coût 38
I.3.5.4 Une mesure des résultats 38
I.3.5.5 Un enrichissement pour l'entreprise 38
I.4 QUELS MODES PÉDAGOGIQUES EN RÉPONSE ? 39
I.4.1 Apports et limites de la formation académique *39*
I.4.1.1 Définition 39
I.4.1.2 Les limites industrielles du modèle présentiel 40
I.4.1.3 Quelle efficacité pédagogique ? 40
I.4.1.4 Un frein à l'activité de l'apprenant 41
I.4.1.5 La difficulté de diversifier les vecteurs d'apprentissage 41
I.4.1.6 L'opportunité d'un apprentissage social 41
I.4.1.7 La variation du discours 42
I.4.2 Apports et limites des STIC en formation *42*
I.4.2.1 Définitions 43

I.4.2.1.1 La e-formation 43
I.4.2.1.2 Multimédia : éléments de précision 45
I.4.2.1.3 Interactivité ou interaction ? 46
I.4.2.2 Le suivi de la formation 47
I.4.2.3 Un encadrement pédagogique à renforcer 47
I.4.2.4 Une richesse de contenus 48
I.4.2.5 Une formation personnalisée 49
I.4.2.6 Des pratiques d'autoformation 51
I.4.2.7 Vers un allègement des coûts de formation ? 52
I.4.2.7.1 La réalité du marché de la e-formation 52
I.4.2.7.2 Le retour sur investissement en e-formation 53
I.4.2.8 Un partage culturel 56
I.5 CONCLUSION 58

PARTIE II
PROPOSITION MÉTHODOLOGIQUE DE DÉVELOPPEMENT D'ENVIRONNEMENTS DE FORMATION TECHNIQUE À UN POSTE DE TRAVAIL…..... 59

II.1 INTRODUCTION 61
II.2 MODÈLES GÉNÉRIQUES DE CONCEPTION 62
II.2.1 Structurer les contenus 62
II.2.1.1 Identification des objectifs pédagogiques 62
II.2.1.1.1 Qu'est-ce qu'un objectif pédagogique ? 62
II.2.1.1.2 Comment définir un objectif ? 62
II.2.1.2 Structurer les contenus de formation 64
II.2.1.2.1 Comment décrire la compétence ? 65
II.2.1.2.2 La métaphore du théâtre mental 65
II.2.1.2.3 Représentation formalisée en diagrammes cause-effet 66
II.2.2 Formaliser les contenus multimédias 68
II.2.2.1 Diversifier les médias 68
II.2.2.1.1 Un cerveau, deux hémisphères 68
II.2.2.1.2 Les canaux de perception 70
II.2.2.2 Construire une pédagogie par l'action 71
II.2.2.2.1 Quel type d'action ? 72
II.2.2.2.2 Pour quelle rétroaction ? 73
II.2.2.2.3 Avec quelle structure hypermédia ? 74
II.2.3 Personnaliser les parcours pédagogiques 75
II.2.3.1 Le dilemme de la personnalisation 75
II.2.3.2 Éléments de contractualisation entre les acteurs 76
II.2.3.2.1 Le triangle des processus 76
II.2.3.2.2 La pyramide des objectifs 77
II.2.3.2.3 Le contrat pédagogique 79
II.2.3.2.4 Le carnet de route 81
II.2.4 Modéliser la conception des supports 82
II.2.4.1 Quelques règles de conception 82
II.2.4.2 Réutiliser nos modèles génériques 83
II.3 MISE EN ŒUVRE PÉDAGOGIQUE 84
II.3.1 Alternance théorie / terrain 84
II.3.2 Alternance synchrone / asynchrone 85

II.3.2.1 Le modèle du briefing–débriefing....86
II.3.2.2 La pratique de la médiation....88
II.3.2.3 Un double niveau d'encadrement....89
II.3.3 Faciliter l'utilisation des supports....90
II.3.3.1 Familiariser l'apprenant avec l'outil multimédia : le galop d'essai....90
II.3.3.2 Mettre à disposition les supports de formation....91
II.4 ÉVALUATION ET VALIDATION....92
II.4.1 Construire une évaluation équilibrée....92
II.4.2 Qu'évalue-t-on ?....93
II.4.3 Qui évalue ?....94
II.4.4 Quand évalue-t-on ?....94
II.4.5 Où s'effectuent les évaluations ?....95
II.4.6 Comment évalue-t-on ?....95
II.4.6.1 Evaluation initiale de l'apprenant (1)....95
II.4.6.2 Evaluation finale de l'apprenant (2)....95
II.4.6.2.1 Évaluation informatisée....96
II.4.6.2.2 Évaluation de terrain....96
II.4.6.3 Evaluation du contenu de la formation (3)....97
II.4.6.4 Evaluation du support de formation (4)....97
II.4.6.5 Evaluation du processus de formation (5)....98
II.4.7 Pourquoi évalue-t-on ?....98
II.4.8 Tableau récapitulatif....99
II.5 CONCLUSION....99

PARTIE III
SIMPA : UN ENVIRONNEMENT INTERACTIF DE FORMATION EN SEMI-AUTONOMIE....101

III.1 INTRODUCTION....103
III.2 LE CONTEXTE INDUSTRIEL....103
III.2.1 Situation économique....104
III.2.2 Situation industrielle....104
III.2.3 Situation sociale....105
III.2.4 Situation de la formation interne....106
III.2.4.1 Qui sont les acteurs ?....106
III.2.4.2 Vision critique de la médiatisation....107
III.2.4.3 Vision critique de l'animation....108
III.3 CRÉATION DE SIMPA....109
III.3.1 Qu'est-ce que le « Six Sigma » ?....110
III.3.2 Les étapes du Six Sigma....111
III.3.3 R0 : Définir....112
III.3.4 R1 : Mesurer....114
III.3.4.1 Recueil des besoins....115
III.3.4.2 Définition des fonctionnalités de SIMPA....116
III.3.4.3 Hiérarchisation des fonctionnalités....120
III.3.4.4 Analyse des risques de réalisation....121
III.3.4.5 Mesure de la satisfaction client....123
III.3.5 R2 : Analyser....124
III.3.5.1 Critères de la médiation et activité mentale....124
III.3.5.2 Les acteurs de la médiation....125

III.3.5.3 Structure des supports SIMPA : 126
III.3.6 R3 : Concevoir 127
III.3.6.1 L'outil d'intégration multimédia : TOOLBOOK 127
III.3.6.2 Les livres créés pour SIMPA 128
III.3.6.3 L'interface « SIMPA » 129
III.3.6.4 Une bibliothèque d'activités pédagogiques 130
III.3.6.5 Le mécanisme de la médiation 131
III.3.6.6 Une plate-forme multi-usages 135
III.4 EXPÉRIMENTATION DE SIMPA (R4) 135
III.4.1 La roue de Deming 135
III.4.2 Dispositif expérimental 137
III.4.3 Redéfinition de l'intervalle de confiance 137
III.4.4 Méthode d'analyse de données 138
III.4.4.1 Quand utiliser l'ACP ? 139
III.4.4.2 Pourquoi utiliser l'ACP ? 139
III.4.4.3 Mécanisme de l'analyse 140
III.4.5 Résultats expérimentaux 140
III.4.5.1 Préparation et sélection des données 141
III.4.5.2 Choix des composantes de l'ACP 142
III.4.5.3 Expérience 1 143
III.4.5.4 Expérience 2 145
III.4.6 Discussion des résultats 146
III.4.7 Consigne de transfert de SIMPA 147
III.4.8 Test de robustesse 148
III.5 CONCLUSION 149

PARTIE IV
RETOURS D'USAGES DE SIMPA ET PERSPECTIVES 151

IV.1 UTILISATION DE SIMPA À TIV 153
IV.1.1 Plan prévisionnel de déploiement 153
IV.1.2 Les formations « SIMPAtisées » 154
IV.1.3 Gains et retours d'usage 157
IV.1.3.1 Satisfaction des acteurs de la formation 157
IV.1.3.1.1 Sur les besoins 157
IV.1.3.1.2 Sur la médiation 161
IV.1.3.2 Cas concrets d'application du Briefing–Débriefing 163
IV.1.3.3 Amélioration de la productivité de conception/réalisation 164
IV.1.3.4 Exploitation des traces informatiques 166
IV.1.3.4.1 Le journal de la formation 166
IV.1.3.4.2 L'intervalle de confiance sur la note 167
IV.1.4 Les limites observées de SIMPA 168
IV.1.4.1 Une prise en main inégale de la part des formateurs 169
IV.1.4.2 Des situations où la médiation reste inefficace 169
IV.1.4.3 Autres risques et points faibles 170
IV.2 QUELQUES PERSPECTIVES 171
IV.2.1 Optimisation de SIMPA 171
IV.2.1.1 Elargir la bibliothèque d'activités 171
IV.2.1.2 Accroître les capacités de médiation 173
IV.2.1.3 Utiliser la synthèse vocale 175

IV.2.2 Développement de SIMPA *176*
IV.2.2.1 À TIV : formation de formateurs 176
IV.2.2.2 Au sein du groupe THALES 177
IV.2.2.3 À d'autres entreprises : de nouveaux types de formation 178
IV.2.3 L'apport du travail coopératif *179*
IV.2.3.1 Les modèles coopératifs exploitables 179
IV.2.3.1.1 En situation de conception 180
IV.2.3.1.2 En situation de formation 181
IV.2.3.2 Adaptation pour SIMPA 182
IV.2.3.3 Cas des formations à distance 183
IV.3 CONCLUSION 185

CONCLUSION GÉNÉRALE 187

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES 191

GLOSSAIRE 203

ANNEXES 207

Table des Illustrations

Figures

FIGURE 1. LES STIC EN FORMATION : UNE TRIPLE REVOLUTION 20
FIGURE 2. LES FACETTES DE L'HOMME APPRENANT 29
FIGURE 3. LES CONDITIONS ET LE ROLE DE LA MOTIVATION DANS L'APPRENTISSAGE 30
FIGURE 4. UNE RICHESSE DES CONTENUS SELON 3 AXES ORTHOGONAUX 49
FIGURE 5. PERSONNALISATION DES TRAJECTOIRES DE FORMATION 50
FIGURE 6. LA BALANCE COMME MODELE DU RETOUR SUR INVESTISSEMENT EN E-FORMATION . 55
FIGURE 7. LE NOUVEAU PARADIGME DU PARTAGE DES CONNAISSANCES 57
FIGURE 8. MODELE D'ORGANISATION DES FORMATIONS SUR SUPPORTS MULTIMEDIAS 61
FIGURE 9. DESCRIPTION ET ANALYSE DE RISQUES DES ACTIVITES D'UN POSTE DE TRAVAIL 64
FIGURE 10. LA METAPHORE DE LA COMPETENCE PROFESSIONNELLE COMME UN THEATRE MENTAL 66
FIGURE 11. D'UNE VISION CLOISONNEE DES SAVOIRS… 67
FIGURE 12…A LA DESCRIPTION COHERENTE D'UNE COMPETENCE CIBLE 67
FIGURE 13. LE MODELE HEMISPHERIQUE DU CERVEAU 69
FIGURE 14. LE TRIANGLE DES PROCESSUS 77
FIGURE 15. LA PYRAMIDE DES OBJECTIFS (VUE DE DESSUS) 78
FIGURE 16. MODELE DE CONTRAT PEDAGOGIQUE POUR UNE FORMATION AU POSTE DE TRAVAIL 81
FIGURE 17. PERSONNALISATION DE LA FORMATION 82
FIGURE 18. ORGANISATION DES FORMATIONS EN ALTERNANCE PRATIQUE / THEORIE 85
FIGURE 19. LE MODELE PEDAGOGIQUE DU BRIEFING–DEBRIEFING 87
FIGURE 20. DOUBLE ENCADREMENT, LOCAL ET GLOBAL 90
FIGURE 21. LE TREFLE D'EQUILIBRE DANS L'EVALUATION D'UNE FORMATION 93
FIGURE 22. DU TAYLORISME AU MANAGEMENT PARTICIPATIF A TIV 105
FIGURE 23. LE « SIX SIGMA », PORTEUR DU CHANGEMENT 110
FIGURE 24. LES BESOINS PRESSENTIS DES CLIENTS 114
FIGURE 25. MATRICE QFD DEDIEE AUX APPRENANTS 117
FIGURE 26. MATRICE QFD DEDIEE AUX EXPERTS ET FORMATEURS DE TERRAIN 118
FIGURE 27. MATRICE QFD DEDIEE AUX MANAGERS 119
FIGURE 28. LE PARETO DES SIX FONCTIONNALITES PRIORITAIRES (SUR 21) 120
FIGURE 29. CORRELATION DES FONCTIONNALITES : LE « TOIT » DE LA MAISON DE LA QUALITE 121
FIGURE 30. LE TOIT DE LA MAISON DE LA QUALITE POUR SIMPA 122
FIGURE 31. LES CRITERES DE LA MEDIATION EN REPONSE A L'ACTIVITE MENTALE DE L'APPRENANT 125
FIGURE 32. STRUCTURE D'UNE FORMATION SUR SUPPORT SIMPA 126
FIGURE 33. HIERARCHIE DES SCRIPTS ATTACHES AUX ELEMENTS DANS TOOLBOOK 128
FIGURE 34. LES 7 LIVRES TOOLBOOK QUI COMPOSENT SIMPA 129
FIGURE 35. L'ENVIRONNEMENT SIMPA DE MEDIATION 130
FIGURE 36. INTERVENTION DE REGULATION DU COMPAGNON 133
FIGURE 37. MECANISME DE LA MEDIATION DANS SIMPA 134
FIGURE 38. LA ROUE DE DEMING 136
FIGURE 39. GRAPHIQUES DES VALEURS PROPRES 142
FIGURE 40. EXPERIENCE 1 : PREMIER PLAN FACTORIEL DE L'ACP 143

FIGURE 41. EXPERIENCE 2 : PREMIER PLAN FACTORIEL DE L'ACP 145
FIGURE 42. REPARTITION DES SCRIPTS DANS LES LIVRES SIMPA 148
FIGURE 43. MODULE SIMPA SUR L'AUTO-MAINTENANCE 149
FIGURE 44. PLAN DE DEPLOIEMENT DE SIMPA A TIV 153
FIGURE 45. ENQUETE DE SATISFACTION AUPRES DES APPRENANTS 158
FIGURE 46. ENQUETE DE SATISFACTION AUPRES DES FORMATEURS 159
FIGURE 47. ENQUETE DE SATISFACTION AUPRES DES MANAGERS 160
FIGURE 48. QUESTIONNEMENT COMPLEMENTAIRE SUR LA MEDIATION ET L'INTERFACE DE SIMPA 162
FIGURE 49. DECOMPOSITION DU TEMPS DE CONCEPTION D'UNE COMPETENCE CIBLE AVEC SIMPA 164
FIGURE 50. BILAN D'UNE COMPETENCE CIBLE (MODE TEST) DANS LE CARNET DE ROUTE 167
FIGURE 51. SIMPA : UNE BIBLIOTHEQUE D'ACTIVITES PEDAGOGIQUES A ELARGIR 171
FIGURE 52. SCRIPTS A RENSEIGNER DANS LE LIVRE SYSTEME POUR CHAQUE ACTIVITE PEDAGOGIQUE 172
FIGURE 53. INTERVENTION DE REGULATION DU COMPAGNON POUR ORIENTER L'APPRENANT VERS UN ENDROIT PRECIS DE SON LIVRE DES RESSOURCES 173
FIGURE 54. INTERVENTION EN CAS DE MAUVAISE COMPREHENSION DES INSTRUCTIONS 174
FIGURE 55. COMPLEMENTARITE DES MESSAGES ORAL ET ECRIT DANS LA MEDIATION 176
FIGURE 56. STRUCTURE DE BASE D'UNE ACTIVITE HUMAINE (D'APRES ENGESTRÖM) 179
FIGURE 57. LE TREFLE A QUATRE FEUILLE DES DOMAINES DE COLLABORATION 180
FIGURE 58. LES SITUATIONS DE COOPERATION INTER-APPRENANTS 182

Tableaux

TABLEAU 1. DIFFERENCIATION DE TRAITEMENT PAR L'HG ET L'HD 69
TABLEAU 2. LES TYPES D'ACTIVITES PEDAGOGIQUES ET LEURS ELEMENTS DE CONTROLE NECESSAIRES AU FEED-BACK 73
TABLEAU 3. LA DOUBLE EVALUATION DE L'APPRENANT ET DU DISPOSITIF DE FORMATION 99
TABLEAU 4. LES ACTEURS DE LA FORMATION A TIV 107
TABLEAU 5. PLANNING DU PROJET SIMPA 112
TABLEAU 6. REVUE R0 DU PROJET SIMPA 113
TABLEAU 7. RESULTATS DES EXPERIMENTATIONS SIMPA 146
TABLEAU 8. LES FORMATIONS SIMPA A TIV APRES 6 MOIS D'UTILISATION 156
TABLEAU 9. ENQUETE SUR LES BESOINS POUR LA FORMATION SIMPA AU CLEAN CONCEPT 161
TABLEAU 10. ENQUETE SUR LA MEDIATION POUR LA FORMATION SIMPA AU CLEAN CONCEPT 162
TABLEAU 11. COMPARAISON ENTRE SIMPA ET UNE FORMATION ACADEMIQUE EN ENTREPRISE 165
TABLEAU 12. PROFILS TYPES DE RESULTATS SUR SIMPA 168

Introduction générale

Contexte

Nos travaux se situent dans le domaine des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) appliquées à la **formation professionnelle**. Nous nous intéressons plus précisément à l'usage du multimédia en tant qu'Environnement Interactif d'apprentissage avec Ordinateur (EIAO) dans un contexte industriel de **formation technique au poste de travail**. Ces besoins concernent beaucoup d'entreprises et posent de vrais problèmes méthodologiques, économiques, pédagogiques et humains.

Les STIC appliquées à l'apprentissage ont produit, ces dernières années, des travaux de recherche foisonnants, par exemple sur :

- l'intégration de techniques d'intelligence artificielle pour piloter une séance d'apprentissage, à travers des tuteurs intelligents,
- l'élargissement aux applications de type micromonde, portées sur la simulation et l'intégration de techniques hypermédias,
- l'utilisation de la programmation (en robotique) pour un apprentissage par la découverte,
- l'introduction du multimédia (combinaison des textes, images et sons), puis de la multimodalité dans les interfaces apprenant,
- la perspective de la réalité virtuelle adaptée à des environnements d'apprentissage,
- etc.

Mais tous ces environnements informatiques sont encore trop peu utilisés dans la formation professionnelle. Pour quelles raisons ? Certes on peut mentionner le lourd investissement à engager pour concevoir une formation, ou encore l'absence de **modèle pédagogique** suffisamment éprouvé pour rassurer les structures privées. Mais à notre sens le principal levier de développement de l'EIAO dans la formation professionnelle est la restauration du **dialogue entre les acteurs** de la formation sur le terrain et les développeurs de dispositifs[1] de formation. Ce dialogue implique nécessairement de recueillir les besoins de ces acteurs, de les analyser afin d'y apporter une réponse adaptée.

C'est cette démarche qui nous a guidés tout au long de notre travail. Nous avions pour objectif de concevoir des environnements multimédias associés à des pratiques pédagogiques adaptées à la réalité industrielle. Nous avons procédé selon une démarche de conception à la fois **participative** (implication des acteurs de la formation) et **itérative** (amélioration continue, à l'image de la Politique Qualité des entreprises).

[1] A l'image de [Carré et al in thèse Rézeau], nous associons au « dispositif de formation » les domaines de l'ingénierie (étude globale des différents aspects d'un projet pédagogique) et de la technologie (formalisation spécifiques des « façons de faire »).

Structure du document

Nous analysons dans une **première partie** les **besoins des acteurs** de la formation professionnelle : l'apprenant bien sûr, entouré de son manager (responsable hiérarchique), du formateur, de l'expert technique et de l'auteur des supports. Une fois ces besoins listés, nous commençons par dégager les éléments de réponse que peuvent apporter d'un côté les formations dites académiques, d'un autre côté l'usage des STIC (e-formation) et les **nouveaux modèles** qu'elles véhiculent en terme d'organisation de la connaissance. Nous verrons ainsi qu'il n'y a pas de solution stricte et complète dans l'une ou l'autre de ces approches, mais plutôt qu'il faut privilégier leur complémentarité, en envisageant des dispositifs de formation que nous appellerons hybrides.

La **seconde partie** du mémoire synthétise une **proposition méthodologique** de développement d'environnements de formations techniques à un poste de travail. Elle s'appuie sur des **modèles génériques de conception** dans la structuration et la formalisation des contenus multimédias, la personnalisation des parcours pédagogiques (définition des trajectoires de formation), l'utilisation de règles ergonomiques simples et l'utilisation d'un galop d'essai (apprentissage de l'interface) pour garantir un usage correct du support de formation quelle que soit la familiarité de l'apprenant avec le domaine informatique. Nous montrons comment mettre en œuvre une pédagogie basée sur la **double alternance** théorie/terrain dans le parcours d'apprentissage et présence/absence du formateur. Enfin, nous soulignons l'importance d'inclure les **outils d'évaluation** (de l'apprenant, mais aussi du dispositif) dès la phase de conception.

Nous mettons en **troisième partie** la méthode décrite en application dans le cadre d'une convention Cifre avec TIV Moirans, l'un des quatre sites industriels de la société Thales Electron Devices. Nous y avons développé un nouveau **modèle de support pédagogique** multimédia, baptisé SIMPA (Support Interactif et Médiatisé Pour l'Apprentissage). Développé lors d'un projet de type **« Six Sigma »** garantissant la prise en compte des besoins des clients (démarche qualité), il se caractérise par la pratique d'une **médiation pédagogique** pendant l'absence du formateur à travers deux tuteurs informatisés : le professeur et le compagnon. Nous précisons les choix technologiques effectués ainsi que le mécanisme de l'interaction entre l'apprenant et les tuteurs informatisés. Dans le cadre du projet, SIMPA a été expérimenté par des volontaires en situation simulée de formation ; nous analysons les données de ces expériences afin d'améliorer le produit.

Enfin, nous présentons dans une **dernière partie** les retours d'usage de SIMPA après 6 mois d'utilisation dans l'entreprise. Nous avons recueilli la **satisfaction** des acteurs, vérifié **l'efficacité** des fonctionnalités de médiation, et mesuré les **performances** liées à l'utilisation de SIMPA. Les premiers résultats objectifs sont une réelle diminution du temps de présence du formateur terrain et la réduction des délais de conception. Nous ouvrons pour conclure quelques perspectives de déploiement et d'usage de SIMPA, en particulier selon des modes de travail collaboratif et à distance.

Partie I

Les systèmes de formation assistée par ordinateur dans l'industrie : en réponse à quels besoins ?

Poser le problème de la mise en place de systèmes de formation assistés par ordinateur dans l'industrie revient à effectuer une analyse précise de tous les acteurs concernés, et d'en vérifier la concordance avec les apports pressentis ou avérés des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) dans ce contexte. Après une présentation des STIC, de leur place en entreprise, et un bref rappel historique de leur usage en apprentissage, nous menons cette analyse des besoins. Ils concernent cinq acteurs clés : **l'apprenant**, le **formateur**, **l'expert**, **l'auteur** des contenus et le **manager**. En regard des besoins identifiés, nous mettons en parallèle les apports et les limites d'une part de la formation traditionnelle, que nous nommerons « académique », d'autre part de l'usage des STIC en formation professionnelle. L'idée n'est pas tant de confronter deux modes pédagogiques que d'en dégager les éléments pertinents et réutilisables en réponses aux besoins des acteurs de terrain.

I.1 L'entreprise et les STIC

Les STIC représentent l'utilisation de l'ordinateur et toutes ses applications (bureautique, réseaux, multimédia, etc). Leur usage s'est généralisé en France durant les années 1980, comme en témoignent le lancement du plan « Informatique Pour Tous »[3] (IPT) en 1985 par l'Education Nationale, et l'ouverture nationale du réseau télématique Minitel en 1981. Encore parfois incorrectement qualifiées de « nouvelles », les technologies du traitement de l'information et de la communication sont utilisées par le plus grand nombre depuis plus de vingt ans (et aujourd'hui relativement maîtrisées par les jeunes générations). L'apparition du terme « Sciences » dans l'acronyme marque une rupture quant à l'intégration de ces technologies dans le quotidien : elles ne se suffisent plus à elles mêmes, mais portent une **nouvelle donne scientifique**. Certes les STIC peuvent être considérées comme une simple évolution technologique, en terme de rapidité et de volume de communication. Mais comme le pressentent Pierre Lévy [Lev97] ou Nicholas Negroponte [Neg96], la numérisation des données est de plus en plus reconnue comme le support de la 3ème grande révolution dans l'histoire de l'humanité, après l'écriture et l'imprimerie, entraînant une véritable **mutation des usages**, en communication bien sûr, mais aussi en apprentissage.

En entreprise, la révolution doit plus que jamais avoir lieu, en regard des profondes mutations qui marquent le milieu industriel : flexibilité des structures de production, travail coopératif en réseau, autonomisation et responsabilisation des salariés. Les STIC sont l'opportunité de construire une véritable organisation apprenante, d'apporter les conditions de mise en œuvre d'une vision managériale moderne du développement de l'entreprise. Certes aujourd'hui les outils de gestion et de communication tels que les réseaux d'entreprise Intranet ou le courrier électronique sont largement employés, mais il manque encore des outils amenant une réorganisation des connaissances et des pratiques. L'insertion des STIC en formation professionnelle en constitue assurément les prémices, puisque les pratiques professionnelles se trouvent enrichies par les pratiques de formation et les outils qu'elles utilisent. Quelle est aujourd'hui la réalité de cette insertion ?

Dans la dynamique de l'évolution des modes et des supports de formation, on discerne une triple révolution, qu'illustre la figure 1. Il y a d'abord une **révolution technologique** des

[3] Ce plan sera d'ailleurs prolongé en 1986 par l'opération « Télématique Pour Tous », qui vise l'installation de serveurs télématiques dans 700 établissements scolaires, préfigurant les fonctionnalités de L'INTERNET. Cependant, l'outil télématique n'a alors guère de prétention pédagogique ; on le confine à la gestion administrative des établissements.

supports ; l'histoire de ce siècle nous montre les progrès technologiques fulgurants avec l'avènement de la micro-informatique. Le propre de la recherche est avant tout de proposer sans cesse de nouveaux outils, de repousser leurs limites fonctionnelles. Mais les sciences technologiques évoluent de pair avec les sciences humaines ; ainsi, les psychologies de l'apprentissage ont également apporté les fruits de leur recherche, avec l'avènement de **nouveaux modes pédagogiques** basés sur les nouveaux outils technologiques à disposition, pour constituer une révolution pédagogique. On peut considérer que ces deux avancées se sont naturellement entremêlées, l'une appelant l'autre. Mais il reste une troisième révolution à mener : c'est celle de **l'organisation des connaissances** : passer de l'atomisation analytique du savoir vers son organisation, de la séquentialité du discours vers sa pluralité. Et la simple utilisation de nos nouveaux modes de communication et d'information n'y suffira pas…

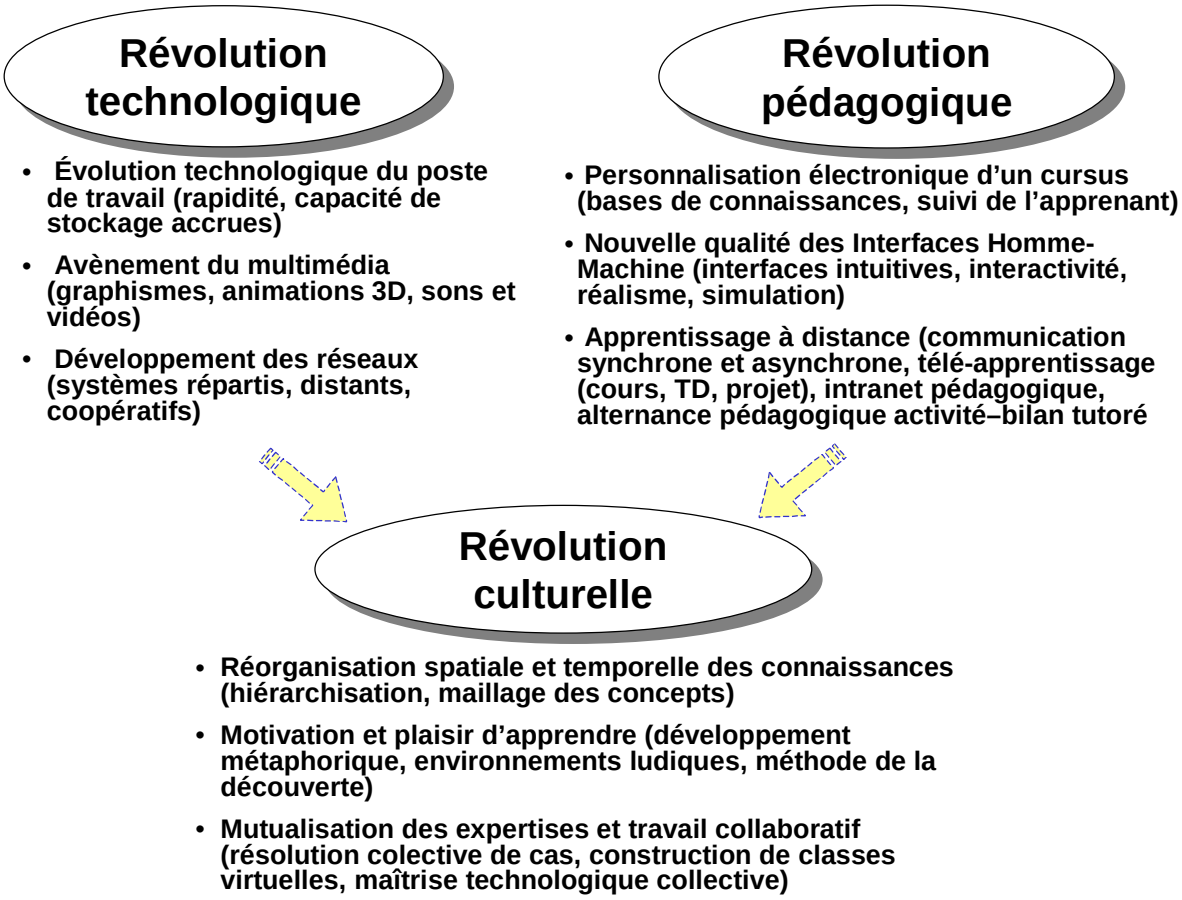


Figure 1. Les STIC en formation : une triple révolution

À ces considérations généralistes doit s'ajouter la réalité du monde de l'entreprise, et ses contraintes : les parcs informatiques dédiés à la formation y sont bien souvent obsolètes, sous-employés, et hétérogènes. La constante et rapide évolution technologique évoquée plus haut ne saurait en être la seule responsable ; c'est aussi paradoxalement dû à l'absence d'identification des véritables besoins au travers de démarches de projet rigoureuses (pourtant censées être un des points forts de l'entreprise).

Quelles causes rechercher à ce constat ? C'est certainement la politique de l'entreprise vis-à-vis de la place qu'il convient d'accorder à la formation qui pose problème. Trop souvent périphérique ou routinière (obligation légale, plan de formation décliné en volume d'heures

plutôt qu'en terme de résultats), la formation professionnelle n'est pas mise au cœur du processus industriel. C'est toute sa dimension enrichissante qui s'en trouve oubliée : capitalisation des compétences (élément clé de la conformité par rapport aux attentes des clients de l'entreprise), moteur d'une évolution des méthodes de travail, élément de flexibilisation des organisations, levier de progression professionnelle pour les salariés.

Néanmoins, cette triple révolution est en marche ; si la révolution culturelle peut se décrire en terme de rupture, la technologie et la pédagogie ont suivi jusqu'à aujourd'hui une évolution constante et accélérée. Nous la décrivons brièvement dans les pages suivantes.

I.2 Formation en entreprise : de l'EAO au e-learning

À travers l'historique des concepts jusqu'à nos jours, nous présentons les applications industrielles de formation intégrant l'outil informatique.

I.2.1 Du béhaviorisme au constructivisme

Bien avant l'apparition de la micro-informatique, l'idée d'instrumentaliser l'apprentissage humain grâce à des machines est accréditée avec le développement de la cybernétique par Wiener (1948). L'enseignement serait un processus pouvant être dirigé, à l'aide de la circulation rétroactive de l'information, par des « machines à enseigner » [Bru97]. C'était d'ailleurs l'idée, jusqu'aux années 1970, d'appliquer la **pensée béhavioriste**, en développant l'enseignement programmé [Dem65], [Ofrateme74], où l'acte d'apprentissage était vu comme un processus de réaction par rapport à l'environnement, mécanique et linéaire, et par extension se prêtant tout à fait à une automatisation informatique.

Le béhaviorisme est un courant de recherche en psychologie dominant de la première moitié du XXème siècle. Selon cette approche, l'apprentissage est une modification du comportement provoqué par les stimuli venant de l'environnement. C'est surtout Burrhus F. Skinner (1904-1990) un psychologue américain qui en a tiré une pratique pédagogique. Il affirme que l'efficacité de l'apprentissage relève des principes suivants : participation active de l'élève, séquences courtes, progression graduée selon le rythme de l'élève, vérification immédiate, réponse juste à la question posée. Selon lui, l'apprentissage est conditionné par l'utilisation de récompenses appelées « renforcements positifs » (par exemple un poisson pour l'otarie au cirque, une bonne note pour un élève à l'école) et de punitions appelées « renforcements négatifs » (par exemple des clôtures électrifiées pour les vaches, une mauvaise note chez l'élève). L'individu adopte ainsi un comportement lui permettant d'éviter les renforcements négatifs et d'augmenter la probabilité d'occurrence des renforcements positifs. Cette procédure s'appelle le « conditionnement opérant ». Skinner a beaucoup critiqué un mode d'enseignement essentiellement fondé sur des renforcements négatifs, et a proposé de remplacer ceux-ci par des renforcements positifs. Sa théorie est à l'origine de l'enseignement programmé.

Les dispositifs d'EAO[4] ont constitué, selon l'expression d'Albertini [Alb83], un mariage parfait entre l'enseignement programmé et l'informatique. Mais petit à petit, ce courant est apparu dépassé. On lui reproche notamment le découpage atomisé des savoirs, trop parcellaire pour mettre en oeuvre une stratégie d'apprentissage, la rigidité des programmes, laissant une faible initiative de création ou de recherche donnée aux apprenants. Il faut noter cependant que l'utilisation de l'ordinateur n'a pas été remise en cause, de par ses capacités mémorielles et adaptatives, mais également par ses fonctions de moyen d'expression ou d'expérimentations pour les apprenants.

[4] Enseignement Assisté par Ordinateur.

Ce sont là les éléments fondateurs du **constructivisme**, issu des travaux de Piaget [Pia69]. L'activité de l'apprenant est la préoccupation essentielle de ce courant, l'objectif étant de rendre cette activité productive, c'est-à-dire favorisant l'acquisition de nouvelles connaissances.

Piaget (1896-1980) définit l'intelligence opératoire ou formelle (chez l'enfant à partir de douze ans) comme le véritable accès à l'abstraction : c'est la capacité à raisonner sur un problème en posant des hypothèses *a priori*. Selon lui, cette séquence est à la fois déterminée génétiquement et dépendante de l'activité du sujet sur son environnement. L'intelligence se construit grâce au processus d'équilibration des structures cognitives, en réponse aux sollicitations et contraintes de l'environnement. Deux actions y contribuent : l'assimilation et l'accommodation. L'assimilation est l'action de l'individu sur les objets qui l'entourent, en fonction des connaissances et aptitudes acquises par le sujet. Mais il y a inversement une action du milieu sur l'organisme, appelée accommodation, provoquant des ajustements actifs chez ce dernier. On appelle « constructivisme » cette approche basée sur l'interaction sujet-environnement.

Une limite du béhaviorisme est de considérer l'homme comme un organisme biologique, sans prendre en compte sa dimension historique et sociale. Selon les théories de Vygotski, l'acte d'apprentissage repose sur une relation interactionniste forgée par l'activité de l'apprenant dans un environnement social déterminé[5]. Sur le plan des applications informatiques, cela se traduit par l'émergence à la fin des années 1970 de ce que Papert appelle les **micromondes** [Pap87] : l'ordinateur n'est plus considéré comme une machine à programmer l'apprenant, mais plutôt un moyen d'expression contrôlé par l'apprenant, par lequel celui-ci formule des hypothèses et les met à l'épreuve. On parle alors d'apprentissage par la programmation[6], ou par la simulation s'appuyant sur des techniques hypermédias [Gib93]. Le développement de cette idée mène aux environnement ouverts d'apprentissage, où l'apprenant dispose d'une panoplie d'outils[7] dans sa démarche d'apprentissage par la découverte. Les quelques expérimentations de formation en milieu industriel, que ce soient celles de Martial Vivet en France [Viv00] ou celles de G. Fisher en Amérique [Fis88], ont pu montrer les potentialités éducatives de tels environnements. Les résultats obtenus ont certes été encourageants, mais ont également montré les limites des environnements ouverts d'apprentissage : il est indispensable de fournir à l'apprenant un soutien constant et de bonne qualité dans son parcours exploratoire. En effet, les risques d'utilisation inefficace, voire inappropriée, sont inhérents à un système trop ouvert, c'est-à-dire sans « garde-fou ».

L'autre école de pensée, qui s'intéresse à la conception de tuteurs automatisés, va trouver un support technologique avec le domaine de l'Intelligence Artificielle. L'enjeu des EIAO[8] est de concevoir un programme informatique capable de se substituer efficacement à un enseignement effectué par un tuteur humain. C'est l'émergence des **tuteurs intelligents**, dont les composantes ont été définies dès 1973 par Hartley et Sleeman [Har73] : connaissance du domaine (expertise), connaissance de la personne à laquelle s'adresse l'enseignement (modèle de l'apprenant), connaissance des stratégies d'enseignement (modèle pédagogique), et la

[5] Contemporain de Piaget, Vygotski (1896-1934) insiste surtout sur la composante sociale de l'apprentissage. Pour lui, la direction de nos pensées et de notre conscience « va du social à l'individuel » : il considère que chaque fonction supérieure apparaît deux fois au cours du développement de l'enfant : tout d'abord dans une activité collective soutenue par l'adulte et le groupe social (forme extérieure, matérialisée) ; dans un deuxième temps, lors d'une activité individuelle (forme intérieure, psychique). Elle devient alors une propriété intériorisée.

[6] Citons ici le langage LOGO [Viv82], le premier et le plus célèbre des micromondes. Sa tortue, pilotée par l'apprenant, constitue le moteur ludique de l'apprentissage.

[7] Deux grandes classes sont identifiées : les outils d'expression et les outils d'exploration.

[8] Dans les années 1980, acronyme pour « Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur », rebaptisé « Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur » en 1991 par Baron en 1991 (*Deuxièmes journées EIAO de Cachan*, Editions ENS de Cachan, p.7-8).

façon de mettre en relation ces stratégies avec l'apprenant (interface). Là encore des applications industrielles voient le jour, parfois très complètes, comme le développement du dispositif de formation CECIL[9] sur les unités de cuisson en cimenterie [Pre92], [Ben91], [Ahm92] qui utilise les tuteurs intelligents pour une personnalisation des trajectoires de formation. Ce courant est toujours d'actualité, particulièrement sous l'appellation anglaise ITS (Intelligent Tutoring System), avec l'actuel développement des agents pédagogiques [FMA97], [JRL00]. Force est de constater que la réalisation de tels tuteurs aux objectifs si ambitieux s'avère difficile, et aujourd'hui encore incomplète. Pour reprendre l'expression de Michel Alberganti [Alb00], l'ère des « professeurs en silicium » est encore dans un horizon lointain, du moins en ce qui concerne la formation en entreprise.

Au début des années 1990, la généralisation de la technologie des **hypertextes**[10], et par extension des hypermédias[11], donne un souffle nouveau à l'organisation des documents, et dans le cas de l'apprentissage à la structuration des contenus. Ici, le contrôle est entièrement donné à l'apprenant quant à sa navigation dans ce que l'on pourrait appeler « l'espace documentaire ». Si les outils hypertextes ne sont pas prioritairement orientés vers l'éducation, les activités qu'ils permettent ou induisent renferment un fort potentiel éducatif ; ce sont, comme le suggère Mayes [May93], des outils cognitifs pédagogiques en puissance. Mais on retrouve ici les mêmes limites rencontrées avec l'usage des micromondes : l'hypertexte offre

> *[…] une structuration certes ouverte mais sans repère ; il ne permet pas un transfert d'information efficace et ne remplit plus sa mission pédagogique de construction de connaissances.* [Qua96].

Le risque de « picorage »[12] est une des difficultés profondes auxquelles sont confrontés les concepteurs d'applications hypertextes à but éducatif ; on retrouve ici l'inconvénient des systèmes ouverts évoqués précédemment.

I.2.2 Le contexte actuel

Le progrès technologique pour ces dix dernières années s'est caractérisé par deux grands axes : la capacité de stockage des données d'une part, et la vitesse de calcul des processeurs d'autre part. Mais ces deux aspects ne sauraient constituer une révolution technologique, sans une troisième dimension, qui en donne la pleine signification : la communication des machines en réseau. L'évolution actuelle des technologies éducatives s'articule ainsi autour de deux paradigmes : la « multi »-dimension et l'interaction « à distance » ; c'est le domaine du e-learning.

Si les dispositifs de formation ont toujours été **multi-médias** (ne serait-ce que par l'adjonction de la parole à un texte écrit au tableau), l'intégration informatique de texte, image, vidéo et sons ravive la question de la pertinence de complémentarité entre ces médias.

[9] CECIL est le didacticiel cimentier issu de l'expérimentation en situation d'usage de TUTORIN, gestionnaire d'apprentissage destiné à un public industriel, développé par le laboratoire GRACIMP.
[10] Dispositif informatisé permettant l'interconnexion de documents de types variés, par l'intermédiaire de mécanismes associatifs, sans nécessairement de modèle hiérarchique.
[11] On emploie ce terme pour désigner un hypertexte dans lequel les nœuds ne sont pas forcément textuels.
[12] Ce terme employé par Quarteroni rejoint celui de « butinage », employé par les québécois pour décrire une activité exploratoire et non structurée sur le réseau INTERNET.

La **multi-modalité** est également un axe de développement actuel dans le domaine de l'Interface Homme-Machine (IHM), et donc dans des applications éducatives. Il s'agit de prendre en compte toutes les modalités sensorielles humaines ; c'est l'enjeu de la réalité virtuelle, probablement le média de demain pour l'apprentissage.

Enfin, la dimension **multi-utilisateur** et **l'interaction à distance** prennent toute leur signification avec le développement des réseaux informatiques, et en première ligne INTERNET. On a ici l'opportunité de redonner à l'apprentissage informatisé un caractère social, avec les processus de coopération.

I.2.3 Quelles applications à la formation industrielle ?

Si on assiste aujourd'hui à une appropriation forte des STIC par les entreprises dans leurs dispositifs de formation, ce phénomène semble très récent. Les systèmes EAO ont été construits en laboratoire, avec une mise en application industrielle parcellaire. En ce qui concerne les micromondes appliqués en entreprise, citons plus en détail le stage conçu par Martial Vivet en 1984 chez Renault. S'adressant à un groupe représentatif de certaines fonctions de l'entreprise[13], il avait pour objectif, par le biais du langage LOGO, d'élargir leur « culture » informatique, d'amener à la compréhension « d'un certain nombre de mécanismes de base et de contraintes liés à la programmation » [Viv00]. Si l'expérience a apporté des résultats encourageants, ce n'était qu'un coup d'essai[14]. Basé sur les tuteurs intelligents, le didacticiel CECIL a été développé par le groupe Lafarge ; il représente 60 heures d'apprentissage interactif. Son accueil très favorable sur tous les sites de production a amené une diffusion mondiale du produit (disponible en 10 langues), ce qui constitue une remarquable exception dans le domaine. En revanche, les applications hypertextuelles, de par leur relative facilité de conception, se sont mieux développées. Dans un rapport de recherche en 1992, Brigitte de la Passardière et Yvette Fischer présentent les applications de l'hypermédia comme outil d'apprentissage. S'il est précisé que l'utilisation de cet outil « fait l'objet de nombreuses recherches, elle donne aussi lieu à de nombreuses réalisations » [Pas92]. Des exemples dans le contexte de la formation professionnelle sont donnés, avec des outils de simulation chez Matra-Espace, des vidéodisques interactifs[15] pour la formation aux procédés industriels au Centre des Métaux Non Ferreux, etc. Les modalités de formation à distance sur Internet sont celles qui se sont récemment le mieux développées en entreprise. On peut citer quelques réussites d'envergure, comme la mise en place d'une autoformation en ligne aux métiers et aux processus de travail concernant 6500 salariés chez GIAT Industries par son école professionnelle, l'ECIT [Algora00], le projet allemand de formation en réseau à la Qualité Totale (Total Quality Management, TQM) fondé en 1994 par le ministère fédéral du travail et des affaires sociales, à destination des petites et moyennes entreprises qui cherchent à innover [Algora99], ou encore le partenariat en 1997 des grandes entreprises françaises EDF, GDF, France Télécom et Renault dans le cadre d'un projet commun de télé-tutorat [Cas98].

D'une manière générale, on peut considérer que l'entreprise est « acheteuse » de solutions technologiques dans la formation à une triple condition. La première concerne bien sûr le

[13] Services administratifs, maintenance et entretien, conducteurs d'ateliers automatisés et encadrement.
[14] Martial Vivet rapporte d'ailleurs qu'il n'a pu renouveler l'expérience, suite au départ du Directeur du site du Mans de Renault, avec qui il avait noué des relations de collaboration.
[15] Le vidéodisque était employé à la même époque chez Thomson Tubes Electroniques pour ses premières formations multimédias.

facteur économique. L'entreprise ne souhaite pas engager des coûts dans une technologie qui ne saurait lui apporter un retour sur investissement mesurable et conséquent. La deuxième interdit la conception d'un dispositif de formation extrêmement complexe, à la fois au niveau de l'utilisation et de l'évolutivité. La troisième impose la pleine intégration des besoins spécifiques de l'entreprise dès la phase de conception du dispositif de formation ; en d'autres termes qu'il ne soit pas issu d'une conception « in vitro » (en laboratoire), mais **« in vivo »** (dans le milieu professionnel). C'est en identifiant les acteurs de la formation en entreprise et en identifiant leurs besoins respectifs que l'on pourra seulement tenter d'y répondre.

I.3 Les acteurs de la formation et leurs besoins

Dans la définition d'un dispositif de formation en entreprise, l'écueil est de se baser sur des spécifications technologiques ou organisationnelles (la durée de la formation, les moyens mis à disposition, les méthodes pédagogiques, etc). Or, ces éléments ne sont que des moyens pour répondre à la finalité d'un tel dispositif. Nous proposons de recentrer la démarche de conception sur les acteurs humains de la formation.

On a souvent tendance à réduire une action de formation au bipôle formateur – apprenant. Pourtant, dans un contexte industriel, on peut identifier cinq acteurs aux besoins contrastés : l'apprenant, le formateur, l'auteur des supports, l'expert du domaine et le manager. Cette liste n'est pas exhaustive ; les membres de l'équipe de conception/réalisation[16] d'une formation ont volontairement été rassemblés sous l'appellation « auteur ». Dans la suite de cet exposé, nous allons décrire chacun des cinq acteurs retenus à travers leurs besoins spécifiques, que nous noterons selon la double indexation :

- $\mathbf{B_{ap}}$, $\mathbf{B_{fo}}$, $\mathbf{B_{au}}$, $\mathbf{B_{ex}}$ et $\mathbf{B_{ma}}$ pour les besoins apprenant, formateur, expert, auteur et manager,
- $\mathbf{B_{xx}^{i}}$ pour le besoin i de l'acteur xx.

I.3.1 Une typologie des besoins

Sur un exemple de la vie courante, illustrons les multiples faces cachées d'un besoin. Un homme entre dans un bar qu'il fréquente souvent, et s'adresse au patron, en commandant « Un café, s'il vous plaît. ». On peut y voir là sa déclaration de besoin, mais elle est bien plus complexe que cela. Etant donné le contexte, notre homme veut en réalité :

- un café (c'est le besoin exprimé),
- chaud, dans une petite tasse (c'est le café par défaut, contrairement au « café frappé » ou au « grand café »),
- avec un sucre, une soucoupe, une tasse et une petite cuillère propres (c'est la norme),
- avec un second sucre (c'est son goût),

[16] Par exemple le cogniticien (pratique la maïeutique pour aider l'expert à exprimer et formaliser ses connaissances), le scénariste (expert pédagogique), l'infographiste ou l'informaticien (dans le cas d'une formation intégrant les STIC).

- avec un carré de chocolat à côté (c'est la pratique dans ce bar, il la connaît et il l'apprécie beaucoup).

Le premier besoin est **explicite**, les deux suivants sont **implicites**, et les deux derniers sont **latents**, c'est-à-dire implicites et hors normes. Tous ces besoins sont d'importance variable ; notre client sera satisfait avec un seul sucre par exemple, puisqu'il sait qu'il a la possibilité d'expliciter ce besoin par la suite si nécessaire. Mais il n'en serait peut-être pas de même si un matin le carré de chocolat disparaissait : cette initiative du patron pourrait lui coûter un client...

L'exemple du client au bar n'est pas anodin : il montre les conditions de l'expression de besoin : ce sont celles d'une relation « client – fournisseur » au travers d'une démarche qualité. Dans une action de formation, les quatre types d'acteur identifiés sont donc tous **clients de cette formation** ; l'enjeu est de donner satisfaction à chacun, alors que leurs besoins sont parfois contradictoires.

Pour généraliser, il convient dans une étude de besoins de prendre en compte ces trois catégories, et particulièrement les besoins latents. En effet, ces derniers sont à la fois cachés et inhabituels, donc imprévisibles. Concrètement, une action de formation devra intégrer en amont pour chacun des acteurs un **dispositif de recueil des besoins cachés pour les expliciter** et y apporter une réponse. Le fait de donner une réponse négative à un besoin reste moins préjudiciable que d'ignorer ce besoin, à condition là encore d'apporter explicitement la réponse, selon des conditions connues de tous les acteurs.

I.3.2 Le point de vue de l'apprenant

Nous désignons par apprenant celui qui s'engage dans un processus d'apprentissage. Ces dernières années, on assiste à un recentrage des dispositifs de formation autour de l'apprenant ; ceci devrait en toute logique impliquer que seuls ses besoins importent, en d'autres termes qu'il est le seul client de l'action de formation. Si cette hypothèse semble encore valable dans des environnements éducatifs publics, le domaine privé doit quant à lui faire face à des enjeux économiques qui sous-tendent son activité. En explicitant en premier lieu les besoins de l'apprenant, nous voulons montrer qu'il reste le premier client de la formation.

I.3.2.1 L'apprenant adulte

Le contexte de notre recherche suppose des apprenants adultes, c'est-à-dire ayant une personnalité déjà formée, une conscience de leur insertion sociale, leur situation, leurs potentialités et leurs aspirations. En un mot, on parle de personnes **« responsables »** dans leur milieu de travail. Cela signifie que l'apprenant adulte [Ost99], [Muc88] :

- préfère apprendre ce qui est relevant de son domaine d'activité, à partir de situations réelles,
- contrôle son apprentissage avec sa responsabilité d'adulte,
- privilégie un environnement de formation qui accommode sa personnalité, son lieu et ses relations de travail,
- oppose une certaine résistance à un « retour à l'école » en terme de pédagogie, en raison de souvenirs désagréables et la crainte d'être noté, voire sanctionné,

- pense que les connaissances théoriques de type universitaires sont très peu utiles dans la vie professionnelle ; en tout cas qu'elles n'ont aucune valeur si elles ne sont pas directement (et rapidement) appliquées sur le terrain.

Bien sûr, ces caractéristiques ne résistent pas à l'analyse de toutes les catégories socio-professionnelles, et seront plus ou moins marquées, mais elles résument globalement le profil d'un apprenant dans une entreprise industrielle. Notons également que l'adulte, porteur d'un projet, doit faire face à un certain nombre de **freins** ou handicaps qui **s'accentuent avec l'âge** :

- la curiosité naturelle de l'enfance s'estompe,
- le champ imaginatif illimité et la confiance en soi de l'adolescence s'amenuisent,
- la routine se substitue aux motivations, aux aspirations,
- la plasticité mentale[17] se fige, pour laisser place à un équilibre défensif ; les résistances au changement se font de plus en plus fortes.

En réponse à ces considérations, des modalités pédagogiques comme l'étude de cas, la mise en situation semblent plus pertinentes qu'un modèle académique de formation. Ainsi se déclinent les enjeux d'un dispositif de formation destiné aux adultes :

B_{ap}^{1} : Les contenus, ressources et modes pédagogiques du dispositif de formation doivent être étroitement liés à l'environnement professionnel de l'apprenant.

B_{fo}^{1} : La relation pédagogique durant l'action de formation doit faire en sorte de surmonter les freins structurels à l'apprentissage chez l'adulte.

I.3.2.2 La motivation d'apprendre

La motivation intrinsèque de l'apprenant est souvent citée comme condition *sine qua non* de l'apprentissage. Pour l'apprenant, il s'agit d'avoir identifié des « raisons d'apprendre ». En toute rigueur, le contexte de notre étude nous préserve d'une situation où l'apprenant n'a pas identifié ces raisons. En effet, nous avons présenté ci-dessus l'apprenant adulte en entreprise comme responsable de son projet professionnel, et donc naturellement motivé pour apprendre. Cependant, les freins présentés au même paragraphe incitent également à discuter des moyens à mettre en oeuvre pour parvenir à la motivation. Il est en effet possible de se retrouver confronté au cas de « publics spécifiques sans objectifs spécifiques », signalé par Lehmann (1993 : chap. 2). Dans ce type de contexte, « les besoins n'existant pas réellement », cet auteur propose deux solutions : « créer le besoin » ou « jouer sur la motivation ».

I.3.2.2.1 Créer le besoin

Le formateur a la possibilité de créer le désir d'apprendre, par l'intermédiaire d'une pédagogie de la motivation. Son rôle sera alors « d'appâter » l'apprenant, de créer ce déséquilibre entre ce qu'il possède et ce qu'il n'a pas. On peut y trouver là, comme l'énonce Perrin :

[17] Reuven Feuerstein parle de la « modifiabilité cognitive » [FEU98] ; nous reviendrons sur cette notion dans le chapitre sur la médiation dans le processus d'apprentissage.

> *[…] la plus grande partie de l'activité du formateur […] : créer du manque, installer de l'écart, produire du vide à partir du plein, de manière à ce que les apprenants soient mis devant la nécessité […] de combler ces manques, réduire ces écarts, remplir ces vides* [Per99].

On se situerait alors dans une vision théorique de la motivation[18], selon laquelle il faut créer, pour provoquer celle-ci, un déséquilibre entre une situation perçue comme non satisfaisante et une situation perçue comme satisfaisante. En d'autres termes, il faut **provoquer le désir du changement** (l'idéal étant de ne pas avoir à le provoquer).

B_{fo}^{3} : Le formateur doit pouvoir intervenir dans un contexte où l'apprenant est client de son action, à travers sa démarche volontariste d'apprendre.

I.3.2.2.2 Jouer sur la motivation

Lorsque Lehmann évoque cette option, nous comprenons qu'il est nécessaire de savoir prendre en compte les multiples facettes mises en jeu par l'homme en situation d'apprentissage. On peut les énumérer ainsi [Akk96] :

- **l'homme multisensoriel** possède de multiples canaux de perception et de représentation de son environnement et de ses connaissances,
- **l'homme acteur** désire prendre pleinement part à son apprentissage, sans avoir à le « subir »,
- **l'homme émotionnel** trouve un renforcement (positif ou négatif) à sa motivation par l'intermédiaire de ses sentiments et de leur évolution,
- **l'homme connaissant** est naturellement curieux ; il est friand de nouveauté et cherche systématiquement à comprendre les explications d'un phénomène qu'il côtoie,
- **l'homme social** s'épanouit par la communication avec ses pairs, s'enrichit de ces échanges ; il supporte difficilement l'isolement,
- **l'homme joueur** est réceptif à l'aspect ludique que peut revêtir son apprentissage.

[18] Cf. Nuttin, J. (1984) Théorie de la motivation humaine, PUF, cité par Raynal et Rieunier, 1997 (p.238).

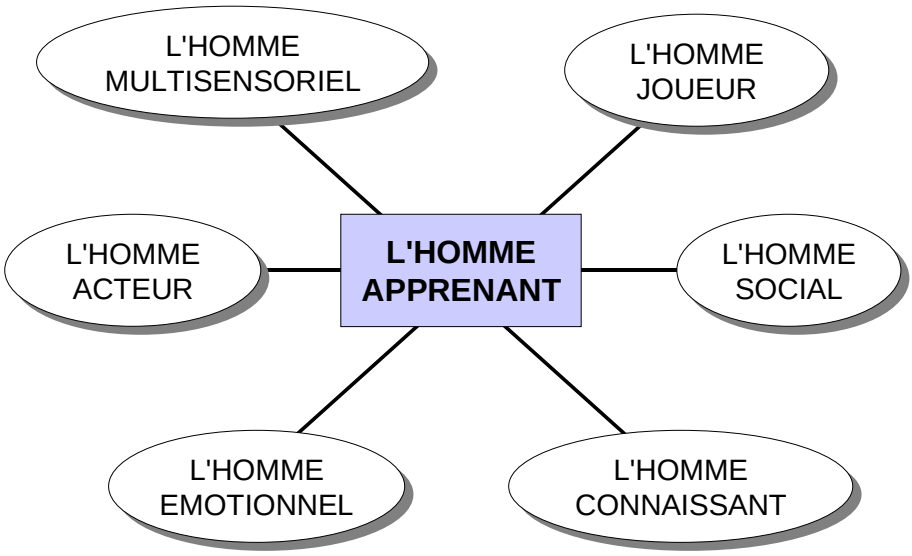


Figure 2. Les facettes de l'homme apprenant

Si ces facettes ne sont pas consciemment intégrées par l'apprenant, elles n'en restent pas moins liées à ses attentes les plus profondes. À cette partie inconsciente des besoins s'ajoute naturellement les attentes exprimées par l'apprenant, qu'il convient de formaliser avec lui. Au plus un dispositif de formation saura intégrer d'attentes (conscientes) et de facettes (inconscientes), au plus la motivation de l'apprenant sera renforcée.

B_{ap}^{2} : L'apprenant doit pouvoir exprimer ses attentes vis-à-vis de sa formation, et retrouver par la suite la réponse à l'ensemble de ses besoins, exprimés ou non.

I.3.2.2.3 Le rôle de la motivation

Nous proposons de résumer le mécanisme de la motivation par la figure suivante. Le **rationnel** d'une part, qu'il concerne des projets personnel ou professionnel, et **l'affectif** d'autre part alimentent la motivation, nécessaire au processus d'apprentissage. Le « trépied de la motivation » ainsi constitué reste fragile ; « on ne fait pas boire un âne... qui n'est pas motivé »[19]. Y aurait-il un déséquilibre naturel, penchant vers l'amotivation ? Certes non, mais la motivation, de même que la confiance, ne se décrète pas, elle s'entretient. Si la pédagogie de la motivation est un moyen de créer le désir, les orientations intrinsèques du dispositif de formation tournées vers les dimensions multiples de l'homme apprenant constituent le moteur de ce désir. Elles apporteront à l'apprenant l'énergie indispensable à l'acte d'apprentissage.

B_{ap}^{3} : L'apprenant doit pouvoir trouver naturellement du désir ou de l'intérêt vis-à-vis de la formation, de manière à rester motivé dans la conduite de son apprentissage.

[19] J. Cureau, dans le numéro spécial des Langues modernes consacré au thème de la motivation [Cur85].

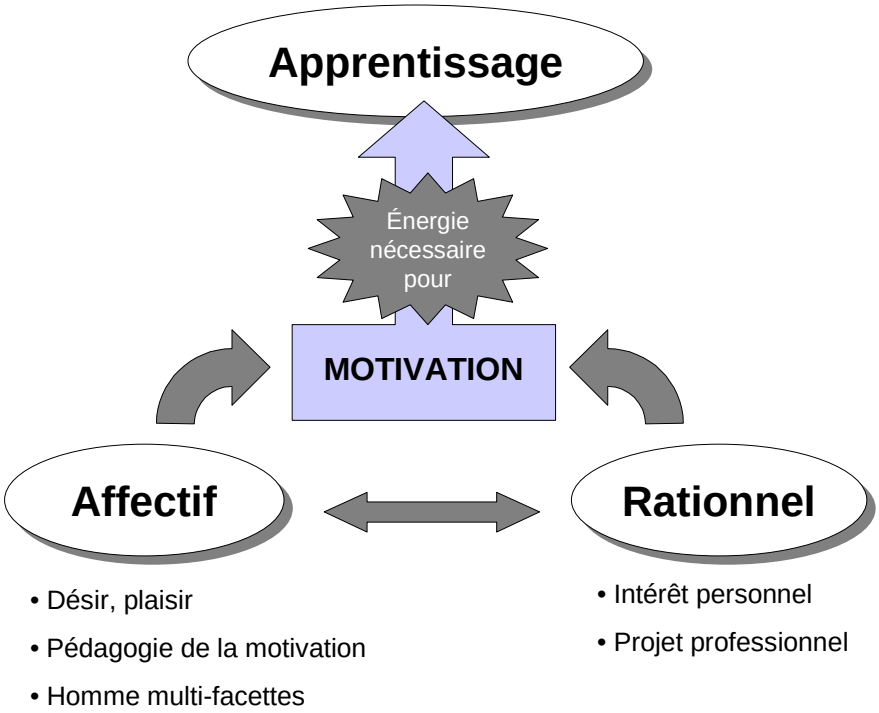


Figure 3. Les conditions et le rôle de la motivation dans l'apprentissage

I.3.2.3 L'encadrement adapté

Lorsqu'on parle de « ressources pédagogiques », de « suivi de l'apprenant », ou bien de « relation pédagogique », c'est l'importance de l'encadrement au sein d'un apprentissage (et donc du point de vue de l'apprenant) qui est révélé. On distingue deux types de ressources : les ressources humaines et les ressources matérielles. Elles ne sont pas seules garantes de la qualité d'une formation ; c'est l'usage que l'on en fait qui le décidera.

I.3.2.3.1 Ressources humaines

L'apprentissage est un acte social ; si on s'accorde à penser qu'un dispositif de formation doit être centré sur l'apprenant, l'acte d'apprendre ne doit pas pour autant être considéré comme un processus interne et autonome. Il résulte toujours d'un échange au sein de ce que Daniel Cornerotte [Cor00] appelle l'« espace pédagogique ». Ainsi,

> *[…] apprendre ne se fait jamais « dans le silence du monde » (Camus). [...] On ne peut apprendre seul mais en interactivité.*

I.3.2.3.2 Ressources matérielles

Si l'apprenant doit être accompagné humainement, il doit aussi l'être matériellement. Monique Linard s'interroge sur l'organisation à donner à cette instrumentation du parcours de formation [Lin90] :

> *- Au niveau global des dispositifs de formation : comment mettre utilement à [la] disposition de l'apprenant les diverses ressources disponibles, les siennes, celles de son*

environnement humain (enseignants et pairs) et celles des TIC et comment les répartir de façon appropriée aux divers moments du parcours d'action et l'apprentissage?

- Au niveau local des outils et des interfaces : comment concevoir des logiciels qui, sans harasser ni abandonner à lui-même l'utilisateur-apprenant, l'aident à [résoudre] autant que possible par ses propres moyens, les difficultés cognitives et socioaffectives rencontrées ?

Ces questions pertinentes définissent de nouveaux besoins pour l'apprenant, à la fois sur la présence de ressources, leur utilité et leur facilité d'utilisation :

B_{ap}^{4} : L'apprenant doit disposer de toutes les ressources nécessaires (matérielles, documentaires et tutorales) à son accompagnement durant l'apprentissage.

B_{ap}^{5} : Il doit pouvoir utiliser ces ressources de manière intuitive, *i. e.* sans démarche initiatique.

I.3.2.4 L'atteinte des objectifs

Toute action de formation s'inscrit dans une perspective de changement pour l'apprenant, traduit par la définition d'objectifs. Selon le type de formation, les résultats attendus peuvent être de 4 niveaux :

- apport d'informations sur un domaine, lorsque la formation n'est qu'une **présentation**, c'est-à-dire lorsque le public (et non plus l'apprenant) ne fait qu'écouter ou observer passivement[20],
- élargissement du champ de connaissances de l'apprenant, s'il s'agit d'une **formation universitaire**, ou bien en entreprise lorsqu'elle destinée à élargir l'employabilité (formation diplômante),
- **acquisition de compétences** chez l'apprenant, si la formation porte concrètement sur l'environnement direct de travail,
- modification de la structure mentale de l'apprenant, s'il s'agit d'une **formation de développement personnel**[21].

Dans chacune de ces catégories, il est nécessaire de pratiquer tout au long de la formation une évaluation du « chemin parcouru » dans la trajectoire, ceci permettant à la fois pour l'apprenant et le formateur de se situer par rapport aux objectifs fixés initialement (en effet, les objectifs sont « pédagogiques », et s'adressent également au formateur). Des questions comme « ai-je progressé ? », « me suis-je enrichi ? » sont motivantes pour l'apprenant ; elles le sont aussi pour le formateur, qui apprécie là le résultat de son travail.

[20] Au Royaume-Uni, l'Institut of IT Training refuse de donner son accréditation à un dispositif de formation qui laisse pour plus de 5% du cours la place aux présentations. A ce propos, Henry Stewart, président exécutif de Happy Computers (société de e-formation basée à Londres) révèle que « PowerPoint®, hors ligne ou en ligne, a peu de place dans l'apprentissage ou l'e-formation. PowerPoint est intéressant pour faire une présentation, mais une présentation n'est pas de la formation ».

[21] Le Programme d'Enrichissement Instrumental du professeur Reuven Feuerstein en est un très bon exemple ; nous aurons l'occasion d'y revenir dans la deuxième partie de ce mémoire.

B_{ap}^{6} : L'apprenant doit disposer d'une visualisation claire de l'évolution de ses compétences durant l'avancement de son apprentissage.

B_{fo}^{2} : Afin de réaliser un juste accompagnement de l'apprenant dans sa progression, le formateur souhaite disposer d'outils de suivi de la formation.

I.3.3 Le point de vue du formateur

Professeur, enseignant, formateur, tuteur, pédagogue… Bien des termes semblent définir l'action d'accompagnement de l'apprenant dans son apprentissage. En réalité, ces mots ne doivent pas être confondus et mal employés. Le professeur et l'enseignant introduisent d'emblée un déséquilibre dans la relation pédagogique, puisque ce sont eux qui « détiennent le savoir », et s'emploient à le divulguer à leurs « élèves », incultes par définition. Le tuteur vient en ressource dans l'apprentissage ; ce terme, s'il traduit plus la véritable fonction d'aide nécessaire à proposer à l'apprenant, masque d'une part son rôle pédagogique, et reste trop impersonnel pour désigner une personne physique[22]. A l'inverse, le pédagogue n'évoque que l'aspect d'accompagnement pédagogique (et bien souvent ce terme désigne l'expertise pédagogique), sans pour autant montrer la fonction savante du formateur. Ainsi, le pédagogue pourrait être celui qui sait comment expliquer des choses, sans savoir lesquelles ; comme le rappelle Joseph Rézeau [Rez01] le modèle du pédagogue fait référence au sens historique de ce mot, à l'esclave grec qui accompagnait à l'école les enfants de son maître. Le terme de **formateur** nous semble plus approprié, car :

- il ne véhicule pas nécessairement l'idée de transvasement de connaissance dans la relation pédagogique (contrairement à « enseignant » ou « professeur ») ; le formateur, au même titre que l'apprenant, est un acteur de l'action de formation,
- il ne se limite pas à la seule fonction d'expertise ; le formateur n'est pas forcément un pédagogue (au sens d'expert), ni forcément un savant,
- il ne souffre pas d'ambiguïté quant à la personne qu'il désigne (l'ordinateur ne saurait être pleinement considéré comme un « formateur ») ; ce métier est clairement défini et reconnu en entreprise.

Pour Philippe Meirieu, le formateur est celui qui « met en place des stimulations, propose des expériences que le sujet pourra traiter, intégrer ou, au contraire, auxquelles il restera étranger » [Mer87]. Le succès de l'action du formateur est lié à son rôle et à la relation pédagogique qu'il tisse avec l'apprenant, que nous nommons médiation.

I.3.3.1 Qu'est-ce que la médiation ?

L'idée d'intermédiaire dans la relation pédagogique n'est pas nouvelle. Mais qu'entend-on par « médiation» ? Qu'est-ce que la « médiation pédagogique » ?

Parmi les définitions du terme proposées par le dictionnaire (Le Petit Larousse 2002), retenons (i) une « entremise destinée à amener un accord ; arbitrage », (ii) une « procédure de

[22] N'a-t-on pas nommé « tuteurs intelligents » les dispositifs de formation du domaine de l'EIAO ? Les tuteurs « humains » (la précision est nécessaire) ne seraient-ils pas « intelligents » ?

règlement des conflits qui consiste dans l'interposition d'une tierce personne (le médiateur) chargée de proposer une solution de conciliation aux parties en litige », et (iii) l'« articulation entre deux êtres ou deux termes au sein d'un processus dialectique ou dans un raisonnement ». Quelle dimension pédagogique faut-il retirer des ces 3 définitions ? Peut-on parler de « médiation pédagogique », et comment la caractériser ? Selon nous :

- elle **favorise la « négociation »** dans un conflit, en donnant du sens et en créant des liens, à l'image de ce que peut vivre l'apprenant dans sa relation difficile au savoir ;
- elle a une fonction de **communication** et une vocation à établir ou rétablir des relations que ce soient des relation mentales qui vont entraîner de nouveaux savoirs, de nouveaux éclairages, de nouveaux liens métaphoriques, voire de nouveaux comportements ;
- elle ne peut trouver sa pleine dimension qu'à travers un médiateur, qui idéalement n'est pas « partie prenante » dans l'évaluation de l'apprentissage ; on parle **d'intermédiaire**, de **facilitateur**.

Notons que le médiateur n'est pas nécessairement le formateur ; dans une situation d'apprentissage en groupe, il y a potentiellement autant de médiateurs que d'apprenants. Notre définition de la médiation pédagogique rejoint celle de Guy Avanzini [Ava96] :

> *Dans le registre de l'éducation, ce concept désigne l'entreprise de celui qui aménage et facilite la mise en rapport de la culture avec un sujet qui a, jusqu'alors, échoué à l'assimiler et à la situation duquel on cherche à remédier (re-médier). [La médiation] est indispensable à l'activité d'apprentissage.*

Les travaux de Vygotski et de Bruner ont principalement contribué à établir la médiation comme facteur décisif du développement cognitif de l'enfant. Vygotski définit une « zone prochaine de développement »[23] (ZPD), qui met en évidence l'importance de la médiation du maître, de la collaboration avec l'adulte [Vyg97] :

> *Cette disparité entre l'âge mental, ou niveau présent de développement, qui est déterminé à l'aide des problèmes résolus de manière autonome, et le niveau qu'atteint l'enfant lorsqu'il résout des problèmes non plus tout seul mais en collaboration détermine précisément la zone prochaine de développement.*

Après Vygotski, Jerome Bruner, théoricien de l'apprentissage par la découverte, a développé le concept de médiation sous diverses appellations, dont le tutorat et l'étayage (*scaffolding*), qu'il définit ainsi [Bru87] :

> *[Le* Scaffolding*] se réfère aux étapes nécessaires pour réduire les degrés de liberté dans l'accomplissement d'une tâche difficile de telle manière que l'enfant puisse se concentrer sur son acquisition.*

Il ne faut pas voir cette réduction des degrés de liberté comme une atteinte à la liberté de l'apprenant, mais plutôt comme une canalisation de la difficulté, un guide vers la compréhension. Vygotski et Bruner s'accordent à reconnaître l'existence nécessaire d'une zone « de décalage » entre la résolution d'un problème ou l'acquisition d'un savoir-faire par l'enfant seul, et le succès du même type d'opération, mais à un niveau plus avancé, en collaboration avec quelqu'un.

[23] Souvent traduite par « zone de développement proximal ».

I.3.3.2 Le formateur est un médiateur

Giordan définissait ainsi la pédagogie magistrale :

> *Apprendre semble ici comme le résultat d'empreintes que des stimulations sensorielles laisseraient dans l'esprit de l'étudiant à la manière de la lumière sur une pellicule photographique* (cité par [Cor00]).

Il est évident que dans bien des cas de formation au poste de travail en milieu industriel, cette vision des choses est beaucoup trop optimiste et mémorielle. De cette relation frontale[24] avec l'enseignant, l'apprenant ne peut espérer une formation, mais tout au plus une présentation. Du côté du formateur, s'il apparaît qu'il considère souvent comme noble sa fonction de transmettre des connaissances, cela ne signifie pas pour autant qu'il souhaite passer son temps à exposer ses connaissances. Dans une formation utilisant les STIC, il a l'opportunité de déléguer cette tâche à l'ordinateur, et se recentrer sur son rôle d'animateur, de médiateur nous dit Emmanuelle Annoot [Ann96], entre l'apprenant et le produit pédagogique. Le formateur, dans un tel contexte d'autoformation, reste indispensable à plusieurs titres :

- il donne du sens à la formation, en liaison avec les expériences antérieures de l'apprenant,
- il soutient la motivation de l'apprenant,
- il participe à l'élargissement de l'autonomie de l'apprenant dans son apprentissage.

D'autre part, les supports pédagogiques, qu'ils soient numériques ou non, seront préférables au seul discours du formateur ; ils ont pour eux la répétabilité, voire l'exhaustivité, la multiplicité des points de vue. Le formateur apporte le dialogue, l'interactivité qui rendent chaque formation unique, puisque chaque apprenant est unique.

B_{fo}^{4} : Le rôle du formateur est moins d'exposer ses connaissances que de les mettre en scène, les mettre en question, en provoquer une discussion ; en un mot, être le médiateur entre l'objet d'apprentissage et l'apprenant.

I.3.3.3 Adapter la relation pédagogique

À d'anciens travaux cherchant à mettre en évidence des « invariants d'apprentissage », certes pertinents mais incomplètement révélateurs de la relation pédagogique, on oppose aujourd'hui une recherche sur les stratégies individuelles d'apprentissage. Il est ainsi un lieu commun de dire aujourd'hui « qu'il existe des 'stratégies cognitives' spontanées, extrêmement différentes selon les individus, qu'elles soient perceptives, conceptuelles ou psychologiques »[25]. Le formateur doit idéalement pratiquer une pédagogie personnalisée (« différenciée » selon Philippe Mérieu), s'adaptant au profil cognitif de l'apprenant. Ainsi Mérieu écrit-il que « la pédagogie différenciée n'est pas un nouveau système pédagogique dont la mode pourrait n'être que passagère : toute pédagogie qui a réussi a été différenciée, c'est-à-dire adaptée aux individus à qui elle était proposée » [Mer87].

Nous parlerons d'une **pédagogie individualisée** ; ainsi la présentent Le Boterf, Barzucchetti et Vincent [LBV92] :

[24] Cette pédagogie est d'ailleurs également nommée « frontale »…
[25] Monique Linard, « Des machines et des hommes, Apprendre avec les nouvelles technologies » (1996), p.130.

> *Un des moyens pour augmenter la motivation et le plaisir d'apprendre consiste à permettre un accès direct au savoir. C'est ce qu'on appelle une formation individualisée.*

Dans ce type de formation, le formateur quitte son rôle de « diffuseur de savoir » ; il est un guide, un conseiller pour l'apprenant. Mais comme l'indiquent les mêmes auteurs, ce n'est pas parce qu'il y a accès direct au savoir « qu'il y a forcément prise en compte par le formateur des attentes de la personne ou de son mode d'apprentissage ». C'est ici que l'on peut définir une véritable personnalisation de la formation, comme le fait André Voisin dans [Voi96] :

> *Les objectifs, attentes et motivations (a), les connaissances et compétences déjà détenues (b), les rythmes et modes propres d'apprentissage (c) doivent être pris en compte de manière personnalisée, et non seulement individualisée. La personnalisation du niveau (b) est de l'ordre de la construction des parcours de formation, celle du niveau (c) est de l'ordre de la méthode pédagogique, celle du niveau (a) relève d'une ingénierie de formation (formation « sur mesure ») […].*

De ces trois niveaux de personnalisation (a), (b) et (c) il serait imprudent de donner une stricte hiérarchie. Nous considérons intuitivement que l'ordre (voulu ?) établi par l'auteur est celui des priorités à respecter dans une pratique de la personnalisation d'une formation.

B_{fo}^{5} : Le formateur doit avoir l'opportunité de pratiquer une pédagogie individualisée afin de répondre aux spécificités de l'apprenant.

I.3.4 Les points de vue de l'expert et de l'auteur

Nous avons choisi de regrouper l'expert et l'auteur de la formation car leurs besoins se rejoignent particulièrement, l'un en tant que concepteur des contenus, l'autre en tant que concepteur des supports. Ces deux acteurs sont d'ailleurs souvent physiquement (con)fondus dans le rôle du formateur, notamment dans le système éducatif public[26]. En entreprise, la situation est différente ; l'expert du domaine n'a pas nécessairement les compétences du formateur, encore moins celles de l'auteur dans le cas d'une formation sur support multimédia. Son rôle se recentre alors sur les contenus ; il doit les concevoir, en assurer la maintenance dans le temps, en tenant compte de l'usage qui en sera fait. Il en va de même pour l'auteur, qui conçoit et assure, lui, la maintenance des supports, en collaboration avec l'expert.

I.3.4.1 La conception des supports et des contenus

D'une manière générale, on peut considérer à juste titre que l'expert d'une formation apporte le plus grand soin à la conception de ses contenus. Il n'y aurait ainsi pas de contrainte particulière de temps pour cet acteur. Mais la réalité du milieu industriel est tout autre : sa fonction d'expertise ne le dispense pas, loin de là, de participer activement à la vie des ateliers de production. En tant que « support technique », il est constamment sollicité, et son emploi du temps s'en trouve fort chargé. Lui donner les moyens de gagner du temps lorsqu'il s'agit

[26] Dans ce cadre, le formateur est d'ailleurs nécessairement un « homme-orchestre » : auteur des contenus, producteur des supports de cours, animateur pédagogique, documentaliste (veille et bibliographie thématique), et évaluateur.

de définir le contenu technique d'une formation est un besoin primordial. Rappelons qu'en entreprise plus qu'ailleurs, le temps c'est de l'argent : tout gain de temps est un gain économique. C'est aussi vrai pour l'auteur, qui souhaite investir le moins de temps possible dans la conception de nouveaux supports de formation.

B_{ex}^{1} (B_{au}^{1}) : La construction de contenus (supports) de formation ne doit pas être source de préoccupation pour l'expert (l'auteur) quant à la mise en forme pédagogique ; elle devra à sa demande être effectuée en un minimum de temps.

I.3.4.2 L'usage des supports et des contenus

L'expert, en tant que propriétaire intellectuel de ses contenus, est en charge de la mise à jour des contenus de formation. Ces contenus étant indissociables des contenants (les supports, conçus par l'auteur), l'expert peut choisir de déléguer leur mise à jour à l'auteur, ou préférer assurer lui-même cette tâche. Dans tous les cas, cela implique que les outils de mise à jour soient d'une part facilement accessibles et disponibles, d'autre part d'utilisation intuitive. Ces deux facteurs conditionnent l'efficacité du processus de maintenance de la formation, et parfois même son existence [Duq98]. En effet, l'expérience montre que bien des actions de formation en entreprise, qu'elles soient mises en œuvre par des acteurs internes ou externes, qu'elles soient sur supports numériques ou traditionnels, ne sont pas « entretenues » dans le temps (au même titre qu'un jardin), faute de responsable du processus (le propriétaire du terrain), ou d'outils de maintenance (le jardinier et son outillage).

B_{ex}^{2} (B_{au}^{2}) : Afin de mieux s'investir dans son rôle de propriétaire des contenus (supports) de la formation, l'expert (l'auteur) souhaite pouvoir les maintenir facilement au cours de mises à jour successives.

Remarquons également que, dans une démarche qualité d'amélioration continue d'un dispositif de formation, l'expert doit également avoir l'opportunité de réviser ses contenus à la lumière de l'usage qu'il en est fait, en particulier dans le cas d'une formation récurrente (une habilitation à renouveler chaque année par exemple). L'auteur est client d'un tel retour d'usage pour améliorer la structure de ses supports.

B_{ex}^{3} (B_{au}^{3}) : L'expert (l'auteur) souhaite disposer d'un retour d'usage à long terme des supports de formation afin d'en améliorer le contenu (la structure).

I.3.5 Le point de vue du manager

Qu'est-ce qu'un manager ? Si le terme vient de l'anglais *to manage*, diriger, le rôle du manager doit se comprendre à un sens plus élargi. Pour le Petit Larousse 2002, le manager est un « spécialiste du management : ensemble de techniques de direction, d'organisation et de gestion de l'entreprise ». Le manager est donc un **décideur**, selon des contraintes relatives à l'environnement de l'entreprise. La formation apparaît à la fois comme un outil d'organisation et de gestion de l'entreprise, puisqu'elle est étroitement liée avec la gestion des

compétences ; nous y reviendrons. Serge Barzucchetti et Jean-François Claude nous brossent le portrait du manager de la formation comme responsable :

> *[…] d'une réflexion stratégique concernant les ressources humaines (de quels métiers, compétences, effectifs avons-nous réellement besoin et aurons-nous besoin demain ?), où cette réflexion est relayée par les différents niveaux de la hiérarchie, où les actions de formation sont décidées avec chaque chef de service […], où enfin une réelle analyse des besoins individuels et collectifs a remplacé le fait de cocher aléatoirement des intitulés de stage dans un catalogue standard de formation.* [LBV92]

I.3.5.1 Des formations « à la demande »

De plus en plus, le manager doit faire face à une demande de flexibilité[27] de l'outil de production, sur des postes de travail spécifiques à l'entreprise et à son mode de fabrication. En terme de formation, cela se traduit par une nécessaire adéquation à maintenir entre la polyvalence du personnel et ses compétences. En réponse, **la formation « à la demande »** :

- prend pleinement en compte dans son discours les spécificités de l'entreprise (un contenu adapté),
- emploie les termes, sigles et modèles habituels de l'entreprise (vocabulaire adapté),
- se dispense, pour plus de cohérence avec le contenu, dans les locaux même de l'entreprise (une proximité avec le terrain),
- est idéalement conçue en collaboration étroite avec les experts du domaine et animée par des formateurs internes à l'entreprise (un accompagnement et une expertise locale).

B_{ma}^{1} : Le manager de la formation souhaite, dans le cadre de sa gestion des compétences, une formation « à la demande ».

I.3.5.2 Des formations « juste à temps »

Certes le manager ne doit pas prendre pour habitude de travailler dans l'urgence, mais il n'a parfois pas même le choix ; la vie de l'entreprise impose une réactivité forte aux évolutions organisationnelles (un achat d'équipement), économiques (un retard de production à combler) ou sociales (un congé de longue maladie à gérer) qui la jalonnent.

Dans un tel contexte, on comprend aisément que la mise en place d'une action de formation (vraisemblablement stratégique dans chacun des trois exemples ci-dessus) doit pouvoir s'effectuer dans des délais « raisonnables » du point de vue de l'industriel. En clair, cela doit être fait au plus vite, si ce n'est sur-le-champ. On parle alors de **« formation juste à temps »** ; il s'agit d'« acquérir compétence et savoir dans le temps et l'endroit où ils sont nécessaires » [OCDE96]. Il y a là un recouvrement avec la formation à la demande ; toujours est-il que le juste à temps, c'est avant tout au moment où le besoin s'en fait sentir. Rappelons que dans le cas de la formation d'opérateurs à leur poste de travail, les délais à tenir sont courts, et les besoins parfois imprévisibles à moyen terme.

[27] Évolution du poste, compétence face à des aléas (autonomie du salarié face à des situations changeantes).

B_{ma}^{2} : Le manager de la formation souhaite également, dans le cadre de sa gestion des compétences, une formation « juste à temps ».

I.3.5.3 Des formations à moindre coût

Il n'y a pas besoin de long discours pour démontrer que les gains économiques soutendent pleinement l'activité de l'entreprise. Certes en France, la loi oblige les entreprises de plus de dix salariés à consacrer au moins 1,5% de leur masse salariale à la formation professionnelle. Mais selon le manager, ce n'est pas une raison pour ne pas appliquer les règles de productivité et de politique qualité au domaine de la formation. Il est d'ailleurs intéressant de noter qu'au cours d'une enquête en mars 2001 menée sur la mise en place de la e-formation auprès de responsables de formation, la réduction des coûts est citée comme premier retour sur investissement attendu[28].

B_{ma}^{3} : D'un point de vue managérial, la formation doit pouvoir apporter le maximum d'efficacité avec le minimum de ressources, c'est-à-dire au moindre coût.

I.3.5.4 Une mesure des résultats

Dans son bilan de gestion, le manager doit pouvoir justifier du bien-fondé d'une formation par l'appréciation des résultats qu'elle a engendrés. Pour ce décideur, quels que soient les objectifs pédagogiques de la formation, ses résultats doivent se chiffrer financièrement. Cela implique une mesure du résultat à long terme de la formation.

B_{ma}^{4} : Le manager souhaite, en tant qu'outil d'aide à la décision, une mesure fiable et si possible chiffrée des résultats de la formation sur le long terme.

I.3.5.5 Un enrichissement pour l'entreprise

Le manager est l'acteur qui a la meilleure vision stratégique de l'entreprise. Il sait que, à travers chaque apprenant, c'est toute l'entreprise qui enrichit ses compétences, selon le mécanisme de **l'arbre des connaissances** décrit par Authier et Lévy. Cet arbre représente l'ensemble des brevets (savoirs élémentaires identifiés et obtenus après certification) de la communauté ; il pousse et se transforme au fur et à mesure de l'évolution des compétences de la communauté [Aut93]. La constitution des ces brevets est donc une condition du développement durable de l'entreprise ; c'est tout l'enjeu de la transmission du savoir faire, mais également de l'histoire de ce savoir. Pour le manager, écrit Ray Stata[29],

[28] 19% des réponses. Suivent l'efficacité de la formation (18%) et le gain de temps (14%). Enquête réalisée par l'OFEM de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris, du 27 février au 15 mars 2001 par téléphone, auprès de 193 grandes entreprises (1000 salariés ou plus) ou organismes de formation français susceptibles de pratiquer la e-formation.

[29] « Organizational Learning – The Key to Management Innovation » Sloan Management Review, printemps 1989. Cité par David A. Garvin dans [HBR99].

L'apprentissage de l'organisation se produit grâce à la mise en commun des visions, de la connaissance et des schémas mentaux [et] se construit sur la connaissance et l'expérience passée, c'est-à-dire la mémoire.

B_{ma}^{5} : Afin de développer l'enrichissement cognitif et les compétences de l'entreprise, le manager souhaite mettre en place des outils de conservation et de transmission du savoir faire des experts.

Ce dernier besoin identifié illustre bien les enjeux d'un dispositif de formation : à travers son usage, c'est toute l'organisation qu'il faut faire progresser. Cela revient à considérer, comme l'écrit Pierre Caspar [Cas98], « la formation comme partie prenante des mutations fondamentales de l'entreprise ». Certes la politique des décideurs joue un rôle déterminant dans cette démarche, mais nous proposons dans un premier temps de découvrir quels modes pédagogiques peuvent être mis en regard de cette vision stratégique de la formation.

I.4 Quels modes pédagogiques en réponse ?

Dans un contexte de formation au poste de travail, que peuvent apporter (ou apportent déjà) les STIC aux différents acteurs de la formation ? C'est en dégageant les apports et les limites des formations « académiques » d'une part, et des formations aux supports numérisés d'autre part que nous pourrons dégager des éléments de réponse.

I.4.1 Apports et limites de la formation académique

Après avoir caractérisé ce type de formation, nous en dégagerons les implications pédagogiques. Ce sont des limitations liées à son manque de souplesse, de modularité : une présence continue du formateur, une efficacité pédagogique tributaire des compétences du formateur, une faible activité des apprenants, un cadre limitant la diversification des vecteurs d'apprentissage, l'opportunité certes d'exploiter la dimension sociale de l'apprentissage, mais souvent inapplicable dans notre contexte industriel, et une variation du discours pédagogique parfois préjudiciable.

I.4.1.1 Définition

Le terme **« académique »** est ici à prendre au sens du respect d'une tradition, voire même d'une certaine convention. Nous définirons une formation de ce type par les caractéristiques suivantes :

- elle utilise comme support des ressources physiques (papier, transparent, objet de démonstration ou d'expérimentation),

- elle nécessite la présence continue de formateurs, et relève donc d'une communication exclusivement synchrone[30],
- elle a lieu dans une salle de formation dédiée, sans rapport nécessaire avec l'objet de la formation,
- elle utilise une communication unidirectionnelle (du formateur vers sa classe d'apprenants), omnidirectionnelle (même message pour tous), et parfois personnalisée (réponse ciblée du formateur à une demande d'un ou plusieurs apprenants),
- elle s'organise en général selon un planning fixe.

C'est typiquement le modèle de l'éducation scolaire (« académique » reprend ici tout son sens), modèle souvent plaqué à la formation en entreprise sans réelle adaptation à ses spécificités.

I.4.1.2 Les limites industrielles du modèle présentiel

La présence constante d'un formateur accompagnant la formation se justifie lorsque le nombre d'apprenants est assez élevé (au moins une dizaine) et qu'ils sont simultanément en situation d'apprentissage. Les conditions de rentabilité de la mobilisation à plein temps du formateur seraient alors vérifiées. Ce n'est pas le cas en entreprise, où les besoins de formation au poste de travail sont **ponctuels** et parfois imprévus, pour un public restreint (bien souvent une seule personne). Cette solution n'est donc pas économiquement viable, en rapport aux coûts d'une formation en face à face et en présentiel, qui plus est pour un seul apprenant.

Il faut également considérer le cas d'un formateur interne à l'entreprise. Lorsque ce rôle de formateur sollicité à la demande n'est pas inscrit dans ses missions, les moyens (en temps) ne lui sont pas donnés pour accomplir à bien cette tâche. Il y a donc une incompatibilité avec sa propre charge de travail[31].

I.4.1.3 Quelle efficacité pédagogique ?

On peut aisément convenir que le formateur, par sa présence et la connaissance qu'il acquiert des apprenants tout au long de la formation, est à même de pratiquer une **pédagogie adaptative**[32], donc individualisée. Une relation directe apprenant-formateur reste la meilleure à ce jour pour que ce dernier ait la possibilité de donner du sens à son discours, et de l'adapter dynamiquement en fonction des réactions et des interrogations de son public.

Mais, en dehors de son (in)disponibilité signalée plus haut, le formateur a-t-il suivi une formation pédagogique ? Saura-t-il faire passer les messages essentiels ? Prenons l'exemple d'un expert technique dans un atelier de production. Le problème du transfert de son savoir-faire se pose, surtout si notre homme approche de la retraite. L'entreprise dispose de nombreux moyens pour ce faire : compagnonnage avec le remplaçant, interviews semi-dirigées, production écrite, films en situation d'expertise, etc [Ade01]. Cependant, quel que soit le mode choisi, il y a une condition *sine qua non* au bon transfert de savoir de notre

[30] Modalités d'échange d'informations en direct (exemples : face à face, téléphone, visioconférence, visiophonie, audiophonie, etc.).
[31] C'est particulièrement le cas lorsqu'il s'agit d'un opérateur habilité à dispenser des formations.
[32] Nous entendons par ce terme la faculté de modifier réactivement ou proactivement sa stratégie pédagogique.

expert : c'est sa faculté à prendre de la distance par rapport à ses connaissances, à trouver les mots pour les exprimer, à décrire ses raisonnements, à s'adapter au niveau de connaissance de son public. En un mot : c'est son aptitude de pédagogue qui est la clé.

I.4.1.4 Un frein à l'activité de l'apprenant

Il y a, dans une formation académique, un réel dialogue entre le formateur et les apprenants, marqué par le caractère synchrone et transparent de leur communication. Mais cette opportunité reste fragile, car soumise à la réunion de deux conditions clés de succès :

1. **les apprenants doivent être motivés**, c'est-à-dire deviennent curieux et aient envie de dialoguer, de questionner. C'est ce que Philippe Mérieu appelle la « gestion pédagogique du désir »[33] ; nous verrons qu'en entreprise, sans parler de « désir », on peut raisonnablement mettre en place une contractualisation entre chacun des acteurs de la formation pour mettre en lumière leurs attentes ;
2. avoir chez les apprenants la volonté de s'exprimer est sans objet si on ne leur en donne pas les moyens : il est nécessaire de **mettre en oeuvre les conditions** pour qu'ils soient réellement **actifs**, et si possible, **créatifs**. L'image d'Épinal de l'élève qui s'instruit assis sur sa chaise de salle de classe en écoutant son professeur ne s'est pas encore éloignée ; la sagesse d'autrefois a simplement été remplacée par la turbulence dans les salles de classe d'aujourd'hui. La formation académique ne propose pas de canaliser, de mettre à profit ce besoin d'activité des apprenants, pourtant apparent.

I.4.1.5 La difficulté de diversifier les vecteurs d'apprentissage

S'il devient courant d'utiliser des supports de formation variés (transparents, supports papier, vidéos, témoignages, objets réels illustratifs, etc) pour **diversifier les stimuli**, il est en revanche plus compliqué de les combiner harmonieusement durant l'apprentissage, ne serait-ce que d'un point de vue pratique. Quelle source de confusion, combien de temps perdu à mettre en route un magnétoscope, présenter des commentaires en parallèle sur un transparent, tout en faisant passer dans le groupe un objet illustratif du cours (que la plupart du temps les apprenants du fond de la classe ne verront pas) ? Si ces situations sont souhaitables pour diversifier l'apprentissage, il y est fait recours trop peu souvent, peut être parce qu'elles s'éloignent du « confort » de l'estrade et du tableau noir. La gestion stricte du temps est ainsi une des limites du caractère synchrone d'une formation académique ; elle oblige le formateur à préparer son cours comme une présentation, une conférence où le moindre imprévu (parfois même une question dans l'assistance) serait considéré comme un obstacle à l'énoncé du discours.

I.4.1.6 L'opportunité d'un apprentissage social

Nous l'avons vu, l'aspect multi-utilisateurs est une composante des STIC appliquées à l'apprentissage ; mais c'est aussi vrai lors d'un apprentissage académique, puisque la « classe »[34] d'apprenants constitue une communauté à l'intérieur de laquelle les échanges et les contributions sont de puissants facteurs de renforcement de l'apprentissage. Si on peut

[33] « Apprendre... oui, mais comment », page 87
[34] Au sens scolaire du terme.

parler à l'école de **dimension sociale de l'apprentissage**, il n'existe pour autant pas un réel comportement collaboratif entre les élèves. Pour ce faire, Philippe Mérieu propose de mettre en place une médiation par le projet [Mer84]. La tâche collective à effectuer en groupe constitue alors l'élément de médiation dans la relation duale[35] entre l'élève et le maître. Si le risque est de contourner l'apprentissage en répartissant des rôles à chacun des membres du groupe en fonction de ses compétences pré-établies, l'enjeu est de donner du sens à l'objet de l'apprentissage, de lier la théorie à la pratique. Dans la formation professionnelle des adultes, il est indispensable de mettre à profit cette énergie intrinsèque au groupe, au travers de ce qu'on appelle la pédagogie active [Muc88], à condition de briser l'organisation spatiale (des pupitres séparés, alignés et orientés vers le formateur, sur une estrade) et temporelle (une linéarité des sujets abordés, où le formateur « déroule » son cours) de la pédagogie traditionnelle.

Si la notion de groupe d'apprenants est de fait plus une opportunité qu'une contrainte dans l'acte d'apprentissage, rappelons ici qu'en entreprise on n'a pas le loisir de choisir le nombre d'apprenants. De fait, l'industriel a plus souvent à gérer la formation d'une seule ou quelques personnes successivement (nouvel arrivant à son poste de travail, polyvalence de 2 ou 3 salariés sur un poste) que d'un groupe ; les bénéfices identifiés ci-dessus sont alors gommés.

I.4.1.7 La variation du discours

Considérons une formation traditionnelle sous un angle mécanique. Dans le cas d'une même formation apportée séquentiellement à des groupes d'apprenants successifs, on peut estimer sa « répétabilité » comme faible, du fait de l'inévitable « bruit » engendré par :

- une variation de la manière dont le formateur aborde la formation,
- les éventuels oublis et coupures d'une session à l'autre,
- la pluralité possible des formateurs,
- la lassitude du formateur de répéter toujours la même chose, entraînant une baisse de la qualité du discours pédagogique.

Si dans la plupart des cas tous ces aspects ne sont qu'anecdotiques, ils peuvent revêtir une importance toute autre si la formation en question est destinée à homogénéiser des connaissances ou des pratiques sur un grand public. Certes la réactivité des apprenants peut localement « entraîner » le formateur sur un point particulier, mais l'ensemble du discours doit pouvoir être **homogène**. C'est particulièrement le cas dans les ateliers de production, pour la constitution d'un référentiel dans le cadre de formations à la conformité de fabrication.

I.4.2 Apports et limites des STIC en formation

L'évolution de l'usage des ordinateurs dans la formation a coïncidé nous l'avons vu avec un changement fort de paradigme, passant du béhaviorisme au constructivisme. Dans le monde industriel, ces modèles sont-ils applicables en formation technique au poste de travail ? Quels sont les apports des STIC dans la modification du rapport à l'acte d'apprentissage ? Après avoir cerné ce que recouvre la e-formation, nous tracerons les opportunités qu'elle suggère dans l'organisation des connaissances en milieu industriel : un meilleur suivi de la formation,

[35] En didactique, deux éléments en relation d'interaction ou de réciprocité. De « duale », c'est-à-dire facteur de lien et d'enrichissement, la relation pédagogique devient trop souvent « duelle », facteur d'exclusion…

un encadrement pédagogique à renforcer, une richesse des contenus, une formation personnalisée, des pratiques d'autoformation, un allègement des coûts à long terme, un partage culturel dans l'entreprise.

I.4.2.1 Définitions

L'offre technologique en **e-formation** est aujourd'hui extrêmement variée pour l'entreprise. Que se cache concrètement derrière ce terme, et quelles en sont les composantes ?

I.4.2.1.1 La e-formation

La e-formation est le terme francophone (surtout employé au Québec) pour désigner le e-learning, soit la « formation électronique »[36]. Cela couvre donc toutes les applications numériques appliquées à l'apprentissage. On peut toutefois établir une double classification des outils, selon qu'ils sont :

1. **a. « en ligne »** (on-line) : les formations dites en ligne supposent une interconnexion d'ordinateurs communiquant via un réseau[37]. C'est le domaine de la formation à distance (FAD / FOAD[38]), communément appelé par extension WBT (Web-Based Training). Cela implique :

   - une rupture de l'unité de lieu de la formation, et éventuellement des unités de temps (cas d'une formation en libre-service) ou d'action (si modalités asynchrones),
   - un accès aux ressources pédagogiques considérablement élargi,
   - une disponibilité permanente desdites ressources, grâce aux caractéristiques des réseaux informatiques, mais également liée aux limites de leur bande passante[39] en terme de transfert d'informations
   - une possibilité d'interactivité et de collaboration réaffirmée
   - une nécessaire transparence dans l'intégration des STIC et leur usage, afin de réellement profiter des atouts précités.

   b. « hors ligne » (off-line) : de telles formations, si elles utilisent bien des ressources numériques, n'intègrent pas l'aspect réseau. C'est le domaine du CBT (Computer-Based Training), désignant des dispositifs pédagogiques de formation ou d'autoformation sur ordinateur à l'aide d'une ressource locale de type CD-ROM. Ses caractéristiques sont :

[36] L'anglophone averti aura remarqué l'imprécision du terme ; nous devrions plutôt parler de « e-apprentissage ». On peut regretter cette traduction qui n'est pas centrée sur l'apprenant, mais elle reflète bien l'usage du vocabulaire industriel.

[37] INTERNET, Extranet, Intranet ou réseau d'entreprise.

[38] Formation Ouverte et À Distance. La FOAD met l'accent, par l'intégration des TIC, sur l'adaptation à l'apprenant et la modularité de la formation. Le terme « ouvert » caractérise « une liberté d'accès aux ressources pédagogiques mises à disposition de l'apprenant, sans aucune restriction, à savoir : absence de conditions d'admission, itinéraire et rythme de formation choisis par l'apprenant selon sa disponibilité et conclusion d'un contrat entre l'apprenant et l'institution » (définition UNESCO). La FOAD s'applique particulièrement bien au télé-enseignement universitaire (« campus virtuel »).

[39] Elle détermine physiquement la capacité d'échange sur une ligne reliant deux machines communicantes. La largeur de bande passante d'un réseau correspond à la quantité maximale d'informations qu'il peut véhiculer ; elle se mesure en Bauds, c'est-à-dire un débit de données informatiques : kbps ou mbps (kilo ou méga bits par seconde).

- une facilité et une rapidité d'utilisation ; pas de contraintes de liaison à un réseau et de transfert d'informations,
- un cadre privilégié pour l'usage de ressources multimédias interactives,
- une mise à jour des contenus délicate puisque non dynamique.

2. **a. « synchrone »** : une formation synchrone suppose des modalités d'échange d'information en direct :
   - soit par des moyens technologiques (téléphone, web-conférence ou visioconférence, IRC chat[40], etc.) en supposant une connexion simultanée des acteurs de la formation au réseau considéré. Le travail collaboratif est également possible sur des documents partagés avec des outils de type collecticiel[41] ;
   - soit simplement par la présence physique des acteurs dans un même lieu.

   b. « asynchrone » : les échanges d'information se font en différé. En e-formation, les outils couramment utilisés sont le courrier électronique, les forums de discussion, ou la messagerie téléphonique. Ce mode de formation repose souvent sur un apprentissage dit "auto-dirigé" avec des cours, des exercices et des évaluations automatisées, impliquant une certaine autonomie de l'apprenant.

Précisons ici que la e-formation n'est pas en soi une négation des pratiques « traditionnelles » ; les STIC pénètrent nos systèmes éducatifs et nos dispositifs de formation sans pour autant prétendre s'y substituer (le présent mémoire en est une illustration forte). D'autre part, la e-formation véhicule certaines idées reçues, souvent réductrices, qu'il s'agit de clarifier, comme l'a fait récemment Jacques Bahry, président du FFFOD[42] :

- **la e-formation n'est pas l'autoformation.** Les dispositifs mis en place par les entreprises aujourd'hui sont certes à vocation personnalisée, par une individualisation des parcours de formation, mais la plupart du temps ils sont également munis d'un dispositif de tutorat pour accompagner l'apprenant. Ce n'est donc pas le formateur qui a disparu, mais c'est plutôt son rôle qui a évolué.
- **la e-formation ne se réduit pas à la formation par l'Internet**. Si beaucoup de dispositifs développés aujourd'hui sont effectivement basées sur la communication par réseaux de type Internet, les ressources hors-ligne font partie intégrante de l'offre de la e-formation. Plus spécifique au contexte de chaque entreprise, ce type de ressource est un des vecteurs de la personnalisation des parcours.

En résumé, la e-formation résulte de l'association **de supports de distribution** (PC, INTERNET, Intranet, Extranet, CD-ROM), d'un ensemble d'outils **logiciels de communication et de gestion,** et **de contenus** interactifs et multimédias. Mais qu'est-ce qui se cache derrière le terme de « multimédia » ? Comment définir l'interactivité ?

[40] International Relay Chat (« bavarder » en anglais). Système de dialogue textuel en temps réel entre deux personnes distantes qui se retrouvent sur un espace de dialogue commun provisoire. Il peut s'avérer utile en formation à distance comme moyen de communication synchrone entre apprenants ou avec le tuteur. Les initiés parlent également de « clavardage » (clavier + bavardage).

[41] Issu de la contraction de «collectif» et «logiciel». Désigne un applicatif informatisé permettant la mise en commun d'informations numérisées (texte, son, image, fichier, etc...) à distance, synchrone ou asynchrone, en vue d'un échange entre au moins deux interlocuteurs disposant d'un micro-ordinateur communicant.

[42] Forum Français pour la Formation Ouverte et à Distance ; tiré de l'introduction au 2èmes rencontres du FFFOD au Futuroscope de Poitiers les 29 et 30 mars 2001.

I.4.2.1.2 Multimédia : éléments de précision

Le terme de « multimédia » s'est généralisée dans les années 1990, au point qu'il est aujourd'hui « sur toutes les bouches » [Van94]. Il faut pourtant distinguer le nom commun de l'adjectif. Ce dernier désigne une entité « qui utilise ou concerne plusieurs médias » ; si cette définition semble trop peu précise[43], l'emploi de l'adjectif est tout à fait justifié pour qualifier un dispositif de formation, nous y reviendrons. Quant au nom commun, comme l'énonce Françoise Demaizière [Dem96] :

> *Il semble aujourd'hui qu'un consensus se soit à peu près établi pour ne qualifier de multimédia qu'un produit proposé sur un support informatique et regroupant en un seul et même objet [c'est à dire une seule application informatique] plusieurs médias.*

Mais cette caractéristique de regrouper plusieurs médias ne peut suffire pour mériter l'appellation « multimédia ». Il faut nécessairement y rajouter la notion d'interactivité[44]. Lancien caractérise ainsi les attributs du multimédia [Lan98] :

- l'hypertexte[45],
- la multicanalité (différents canaux de communication sur un même support),
- la multiréférentiabilité (diversification des sources d'information),
- l'interactivité.

On constate ainsi un flou dans la littérature, même spécialisée, puisqu'on peut souvent lire des articles évoquant le « multimédia interactif », ce qui constituerait selon Lancien un pléonasme. Nous préférons parler d'un **environnement d'apprentissage (ou un dispositif de formation) multimédia**. Il répond à la description qu'en fait [Rez01] :

> ***Un environnement d'apprentissage multimédia*** *se caractérise par le regroupement sur un même support d'au moins deux des éléments suivants : texte, son, image fixe, image animée [et donc séquence vidéo], sous forme numérique. Ces éléments sont accessibles via un programme informatique (logiciel) autorisant un degré plus ou moins élevé d'interactivité entre l'utilisateur et les éléments précités. […] Dans le cas où le produit propose des activités de type « exercice », la qualité du feedback […] sera un critère déterminant de la qualité du produit. Dans le cas d'un produit destiné à un usage institutionnel, la possibilité de conserver une trace de l'activité de l'apprenant à destination de l'enseignant sera considérée comme un atout supplémentaire. Dans le cas d'un produit destiné à un usage « en ligne », la possibilité d'entrer en communication synchrone ou asynchrone avec des pairs ou avec un enseignant sera considérée comme une caractéristique souhaitable.*

Nous apportons, dans notre contexte de recherche, quelques remarques à cette définition :

- si la présence d'aide est indispensable, il n'est pas indispensable de la fournir « en ligne » ; le formateur ou un manuel d'accompagnement peuvent jouer ce rôle,

[43] À partir de cette définition, en considérant un médium (singulier de médias) comme un intermédiaire entre un émetteur d'information (une chaîne de télévision par exemple) et un récepteur (le téléspectateur), nous « pratiquerions » tous le multimédia tous les soirs devant le journal télévisé ! Il manque un concept fondateur, celui de l'action.

[44] C'est l'informatique qui peut apporter cette fonctionnalité. On s'accorde d'ailleurs à ne parler de multimédia qu'en présence d'applications informatiques ; Petitgirard en fait même une condition *sine qua non*, en proposant que les divers médias ne puissent être présentés sous forme numérique uniquement [Pet96].

[45] A prendre, comme le font certains auteurs, au sens large du mot, c'est à dire en référence à la « technique hypertexte ». Nous préférons parler quant à nous d'« hypermédia ».

- la qualité du feedback évoquée se reporte non pas à sa qualité visuelle ou sonore, mais à sa pertinence (sous-entendu par rapport aux attentes de l'apprenant permettant de situer la pertinence de ses actions),
- nous préconisons un usage partiel du dispositif en autonomie ; dans ce cas, la trace de l'activité de l'apprenant devient indispensable ; il en est de même pour la fonctionnalité de communication asynchrone (cf. le besoin B_{fo}^{2}).

I.4.2.1.3 Interactivité ou interaction ?

Selon Françoise Demaizière et Colette Dubuisson [Dem92], le terme d'interactivité s'applique aux cas où sont impliqués un dispositif informatique et un ou plusieurs individus. **L'interactivité** doit être vue comme une propriété intrinsèque de la communication entre l'homme et la machine. Parmi les nombreuses définitions de l'interactivité, les deux suivantes sont révélatrices de cet état de fait :

> *[L'interactivité technologique implique] la notion d'un dispositif capable de réponses différenciées, en réaction à une intervention humaine. (Bélisle, Claire (1998) « Enjeux et limites du multimédia en formation et en éducation », Les Cahiers de l'Asdifle. Citée par* [Lan98]

> *Interactivité : dans une relation homme-machine à influence réciproque, lorsque le logiciel sollicite l'intervention constante de l'utilisateur ; la communication interactive s'oppose à la communication univoque, unidirectionnelle, ou automatique. [Van Houcke Le multimédia…]*

On peut donc comprendre l'interactivité comme intégrée de fait dans un environnement informatique[46]. C'est le concept d'interaction qui permet d'aller plus loin. Définie par « l'influence réciproque de deux phénomènes, de deux personnes »[47], l'interaction implique la modifiabilité des deux acteurs. Si la modifiabilité cognitive humaine n'est pas à mettre en cause[48], peut-on parler de « modifiabilité informatique » ? Même en regard des avancées de l'intelligence artificielle [Bru97], ce terme nous semble inapproprié. On peut en accepter l'idée, en considérant comme certains auteurs que l'interaction est le degré ultime de l'interactivité[49]. Mais nous préférons rester humbles sur ce point, en considérant que d'assurer une interactivité de qualité (au sens défini ci-dessus) est un objectif nécessaire et suffisant dans la conception d'environnements d'apprentissage multimédia. A l'image de Claire Belisle et Monique Linard [Bel96], nous nous méfions de l'optimisme exagéré qui confond trop souvent « l'interactivité technique » et « l'interaction humaine ».

En résumé, nous distinguons clairement **l'interactivité d'un système informatique** comme sa capacité à se comporter différemment en réponse à la variété des actions de l'apprenant de **l'interaction entre les acteurs de la formation** *via* le dispositif informatique (entre apprenants, entre l'apprenant et le formateur, etc.).

[46] Pour illustration, notons que le logiciel de traitement de texte utilisé pour rédiger ce mémoire sera à juste titre qualifié d'interactif…
[47] Le Petit Larousse illustré 2002 (outre les définitions des domaines physique et pharmaceutique).
[48] Voir la partie 3 du mémoire.
[49] Pour plus de détails sur ces essais de typologie de l'interactivité, voir [Dem92].

I.4.2.2 Le suivi de la formation

L'atout majeur d'une formation mise en ligne est son accessibilité globale (partout, et *a fortiori* sur le lieu de travail) et permanente. On imagine immédiatement la réponse que cela offre aux contraintes de souplesse et de non-planification caractérisant les formations au poste de travail. Il en va de même pour les ressources off-line et leur disponibilité immédiate. Mais contrôle-t-on pour autant leur usage ? Les supports sont-ils pertinents pour chaque apprenant ? Le suivi de la formation constitue l'élément indispensable de réponse. Pour l'entreprise, nous distinguerons 4 niveaux de traçabilité :

- **gestionnaire :** quel volume horaire a été consacré à la formation ? Sur quels contenus ? Combien de personnes ont-elles été concernées ? (c'est le domaine du plan de formation et son bilan annuel)
- **productif :** quelles compétences sont nécessaires pour l'accomplissement des tâches de production ? Lesquelles sont effectivement mises oeuvre dans les ateliers ? Combien de personnes sont formées, et quel est leur niveau de compétence respectif ? (c'est le domaine de la gestion et du support de production)
- **individuel :** quel est l'historique de chaque personne ? Quelles sont ses aspirations, ses souhaits de mobilité ? Quelles sont ses compétences, et son niveau pour chacune d'entre elles ? (c'est le domaine de la Gestion des Compétences, aspect managérial en soutien avec les Ressources Humaines)
- **pédagogique :** quel a été le parcours de l'apprenant ? Quels éléments ont été facteurs clé de succès ? Quels ont été les freins à l'apprentissage ? Quel comportement des apprenants a-t-on observé ? (c'est le domaine caché de l'efficacité pédagogique, qu'il s'agit de mettre en lumière)

On remarquera le caractère dégressif « d'obligation » dans ces quatre niveaux : si le premier est légalement exigible des entreprises, le second est pratiqué de fait, afin de mettre en adéquation les besoins industriels avec la formation du personnel ; quant au troisième, c'est actuellement une prise de conscience dans les grandes entreprises, et des projets se développent dans ce sens [Don94]. Mais pour avoir une **vision qualiticienne de la formation**, il faut nécessairement pousser la traçabilité jusqu'au quatrième niveau, où il va s'agir d'analyser finement le déroulement pédagogique de la formation, son contexte organisationnel, matériel et humain, afin d'en définir les conditions d'une amélioration continue.

I.4.2.3 Un encadrement pédagogique à renforcer

En formation à distance, le tout numérique entraîne non pas la déshumanisation, mais plutôt la **perte de la dimension sociale de l'apprentissage**. Le contact humain reste certainement le meilleur moyen pédagogique pour créer les conditions d'un apprentissage effectif. C'est également l'aspect synchrone de la communication qui autorise une totale implication des acteurs de la formation. Par exemple, les plates-formes de FOAD comprennent un accès protégé au contenu des « leçons », un suivi pédagogique avec des outils parfois synchrones (chat, visioconférence), mais le plus souvent asynchrones (courrier électronique, corrections différée de devoirs). Il faut avouer que le contact humain et la relation à l'autre perdent alors grandement de leur richesse et de leur subtilité, sans parler des moments privilégiés (pauses, repas) au cours desquels des échanges d'informations, tout à fait informels, sont souvent déterminants dans le déroulement du processus d'acculturation. Les résultats des apprentissages de ce type ont montré, dans un contexte de formation diplômante à distance,

que les taux de réussite des e-apprenants[50] étaient comparables, voire inférieurs à ceux d'apprenants classiques [Pre02]. Les entreprises n'envisagent d'ailleurs plus aujourd'hui de déployer des solutions de FOAD sans tutorat : elles étaient en France 75% à le penser en 2001, elles sont 86% en 2001[51]. En présentiel, cette fonction de tutorat reste utile pour animer la relation pédagogique (le jeu d'entreprise en est l'illustration), par des moments de réflexion collective et de dialogue plutôt qu'un enseignement uniforme.

I.4.2.4 Une richesse de contenus

Les progrès incessants en terme de compactage des données informatiques induisent des fortes capacités de stockage des supports numériques[52]. Les STIC appliquées à la formation offrent ainsi l'opportunité d'une richesse des contenus. Elle peut être :

- **horizontale**, c'est-à-dire privilégiant la diversité des thèmes abordés (formation pluridisciplinaire),
- **verticale**, en donnant une profondeur descriptive à chaque thème (des concepts généraux aux applications les plus complexes, de la théorie à l'étude de cas),
- **latérale**, selon le point de vue désiré, à la fois sur la forme (diversité de présentation des informations, multimodalité) et sur le contenu (même sujet traité dans des contextes différents, par des auteurs différents),
- **hybride** : à vocation horizontale (verticale), mais disposant de nombreux nœuds orthogonaux de connexion, autant d'opportunité d'élargissement vertical (horizontal) dans chaque thème abordé (dans chaque niveau de description), et bien sûr latéral (changement de point de vue). C'est typiquement le cas de supports de formation intégrant un accès à l'Internet.

[50] Désignation de la personne qui se forme dans un dispositif de e-formation. Dans un dispositif de formation à distance, le e-apprenant modèle :

- possède un matériel dernier cri et maîtrise parfaitement les STIC ;
- contribue régulièrement aux forums qui lui sont proposés ;
- répond rapidement à toutes ses e-mails ;
- participe à tous les chats et visiophonies programmés à l'heure h et au jour j ;
- télécharge sans problème tous les documents ou outils disponibles sur le réseau pédagogique ;
- publie, juste à temps, ses travaux.

[51] Etude « E-learning, nouvel enjeu de la formation dans les entreprises françaises » réalisée en février 2001 par Cegos-e-learning, avec le concours du cabinet H-Consultants auprès de 92 entreprises de plus de 1000 salariés.

[52] Un CD-ROM correspond par exemple à 300 000 pages de texte.

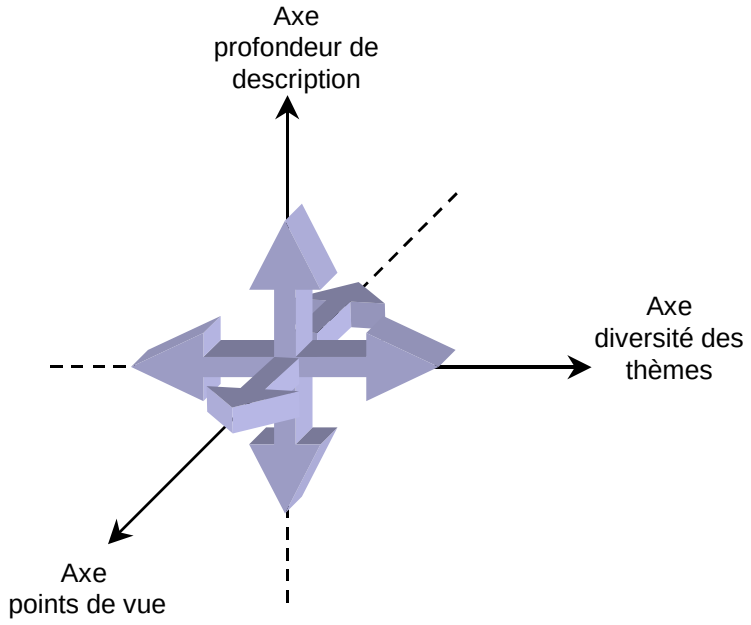


Figure 4. Une richesse des contenus selon 3 axes orthogonaux

La tendance naturelle des concepteurs est d'utiliser au maximum les possibilités des supports ; en terme de contenus, cela revient à construire des formations de type encyclopédique, avec un savoir analytique. Le danger est alors de perdre la composante contextuelle du savoir, seule porteuse de sens dans un dispositif de formation. En entreprise, le contexte peut décrire les spécificités d'une organisation, le positionnement d'un poste de travail dans un flux de production, la description des relations clients–fournisseurs, etc. L'objectif visé étant la capitalisation et la construction cognitive des savoirs par l'apprenant, l'enjeu est de créer les conditions d'une entreprise apprenante.

I.4.2.5 Une formation personnalisée

Les STIC donnent la possibilité d'avoir des **trajectoires[53] de formation personnalisées**. On peut en effet considérer les contenus pédagogiques comme des stocks en réseau, dans lesquels on vient puiser pour personnaliser un programme, un discours de formation en réponse à des besoins et en fonction des caractéristiques de l'apprenant.

[53] Nous préférons ce terme à celui de « parcours », peu révélateur de la finalité d'une formation. La trajectoire implique la notion d'objectif à atteindre, par un pilotage selon le chemin le mieux adapté, en fonction des particularités de l'environnement.

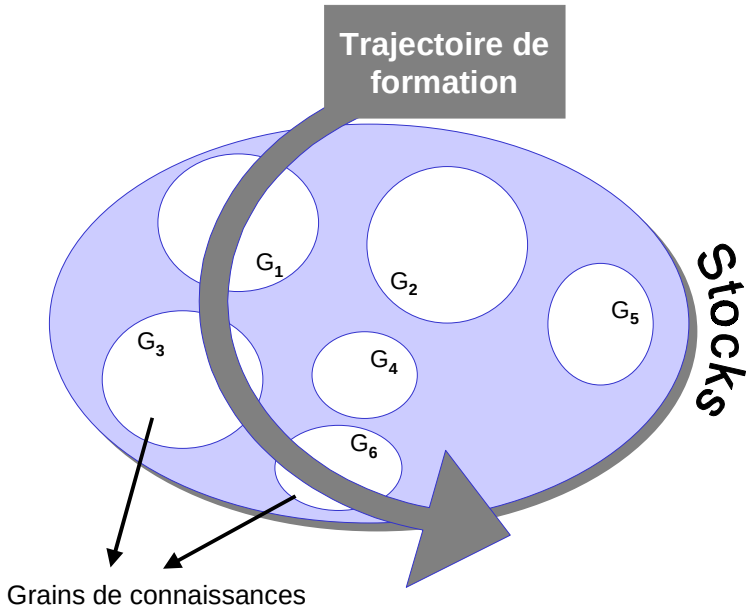


Figure 5. Personnalisation des trajectoires de formation

On peut distinguer deux limites à ce processus :

1. Les contenus numérisés dont on a besoin ne sont pas forcément tous disponibles, il est nécessaire de les concevoir. Cela ne relève pas de la seule compétence du formateur ou même de l'auteur des contenus, mais d'une **équipe projet pluridisciplinaire**, réunissant les compétences en :

   - gestion de projet,
   - scénarisation pédagogique,
   - expertise du contenu,
   - infographie,
   - ergonomie des interfaces,
   - développement informatique,
   - psychologie cognitive,
   - expérimentation d'usage.

   On parle alors de « projet multimédia », sous-entendant un travail de conception généralement conséquent, dont le retour sur investissement doit être étudié (voir le paragraphe I.4.2.7.2).

2. L'autre limite du processus de réinvestissement de « grains de connaissances » stockés vient de la nécessité de **donner du sens au discours pédagogique**, autrement dit de remplir les interstices entre ces éléments de connaissance. Si on aborde le problème d'un point de vue systémique, l'enjeu pour l'apprenant est de lui offrir une trajectoire qui corresponde à son besoin d'apprentissage. Pour le formateur, l'enjeu est de l'autoriser à construire une articulation souple des éléments fixes du système que constituent nos grains de connaissance, en donnant des degrés de liberté au système de formation. En effet, le rôle du formateur est également d'agir en tant qu'agent

structurant de l'acte d'apprentissage, tant au niveau pédagogique que relationnel, et éventuellement technique, dans l'aide à l'utilisation des nouvelles technologies.

I.4.2.6 Des pratiques d'autoformation

Comment caractériser l'autoformation ? Philippe Carré propose un modèle pédagogique désormais célèbre : **les sept piliers de l'autoformation**. Ce sont :

1. la définition du projet individuel d'apprentissage ;
2. le contrat pédagogique tripartite (apprenant, formateur, décideur) ;
3. le mécanisme de préformation (« apprendre à apprendre », propédeutique de l'apprentissage) ;
4. l'environnement d'apprentissage ouvert ;
5. les « formateurs – facilitateurs » ;
6. la double alternance (individuel / collectif, réflexion / action) ;
7. le triple niveau de suivi (sujet, groupe, institution).

Ces piliers s'appuient sur un modèle ternaire de l'autoformation éducative, qui définit l'interaction entre trois domaines :

- Le domaine d'entrée, technico-pédagogique, est celui de l'ingénierie, des ingénieries (conception, construction, conduite, évaluation) de l'autoformation ;
- Le domaine psychopédagogique, celui des projets personnels, professionnels, de développement et de transformations personnelles ;
- Le domaine socio-pédagogique, celui de l'environnement social et professionnel.

Philippe Carré met en exergue le paradoxe de ce modèle, du point de vue « d'une institution de formation » : « Il y a un paradoxe, car il s'agit de l'autoformation du point de vue des enseignants, des formateurs, des institutions éducatives. (…). Cette approche prend en compte l'homme dans sa globalité de citoyen, de travailleur, de consommateur, d'acteur impliqué dans une société. Mais il se limite aux pouvoirs et devoirs que l'institution éducative ou formative peut mettre en œuvre, pour l'amélioration du dispositif pédagogique ».
Les sept piliers de l'autoformation permettent de saisir cette globalité, dans un dispositif d'accompagnement de l'autoformation qui doit rester centré sur l'apprenant : « L'individualisation doit se caractériser par l'accroissement du degré de contrôle de l'apprenant sur ses ressources d'apprentissage. Le caractère plus ou moins propice à l'auto-direction du dispositif technico-pédagogique se mesurera par la variété, la flexibilité, l'accessibilité des ressources et leur articulation » [Car97]. Force est de constater que les STIC s'inscrivent dans ce modèle d'organisation de l'autoformation en entreprise.

Les STIC sont un vecteur privilégié pour la mise en place de pratiques d'autoformation dans l'entreprise ; on pense à la richesse et à la disponibilité permanente des contenus sur l'Internet, aux CD-ROMs éducatifs, ou encore à la mise en libre-service de supports pédagogiques sur un réseau Intranet. Dans un contexte d'autoformation, il faut en effet donner à l'apprenant une grande liberté dans son rythme d'apprentissage. Cela signifie lui répondre :

- lorsqu'il en a besoin : c'est la condition de disponibilité des ressources,
- dans ses plages horaires de disponibilité : l'accessibilité au système doit être d'autant plus aisée que ces espaces de disponibilité sont restreints,
- avec pertinence et ouverture.

Mais l'autoformation assistée par les STIC implique nécessairement 3 conditions, comme l'expose [Ann96] :

- l'existence d'un projet individuel de l'apprenant,

- la conclusion d'un contrat d'apprentissage avec le formateur ou l'institution,
- la disponibilité de la ressource tutorale.

Monique Linard [Lin90] souligne le caractère irremplaçable du formateur, en tant que concepteur de démarches, d'outils, de ressources, mais aussi dans le soutien de la motivation. De fait, les expériences relatives à la mise à disposition par des entreprises de ressources d'autoformation sans tutorat à leurs salariés donnent des résultats très décevants : **l'incitation unilatérale à l'autodidaxie est un échec**[54]. Malgré les moyens et les libertés qu'offrent la technologie dans la formation, on doit constater que le salarié ne s'auto-forme pas spontanément[55]. Le changement de paradigme éducatif que provoquent les STIC n'est pas spontané pour le salarié, et il s'avère nécessaire de mettre en place dans les entreprises de véritables dispositifs d'autoformation éducative, en regard de l'évolution constante et rapide des techniques et méthodes de travail, de l'autonomie et la réactivité croissante demandée aux salariés. On rejoint ici le thème très actuel de la formation tout au long de la vie[56] qui, s'il n'implique pas forcément l'autoformation, en reprend tout à fait les fondements.

I.4.2.7 Vers un allègement des coûts de formation ?

I.4.2.7.1 La réalité du marché de la e-formation

Le développement des STIC bouleverse le paysage de la formation professionnelle, à tel point qu'on parle aujourd'hui du marché de la e-formation avec des chiffres astronomiques. La volonté des entreprises de réduire leurs coûts de formation explique aisément l'émergence forte de ce marché[57]. Mais il convient de relativiser certains chiffres spectaculaires en commençant par s'interroger sur les sources. Différents chiffres ont ainsi circulé récemment sur le chiffre d'affaires global du e-learning aux Etats-Unis : 200 milliards de dollars (RH info citant La Tribune), ce qui fait beaucoup ; un rapport américain, cité par Edubyweb dans la même période, avançait quant à lui 4 milliards de dollars. Selon Andersen, 60% des dépenses globales de formation professionnelles sont consacrées au e-learning[58]. Il paraît plus raisonnable de se baser sur les chiffres de WR Hambrecht, portant le e-learning à hauteur de 7 à 10 % de l'ensemble des formations continues dans les entreprises[59]. Il n'en reste pas moins vrai que 92% des grandes entreprises américaines ont déclaré développer en 2000 un projet de formation e-learning.

[54] Nous verrons que cela a également été le cas, dans une moindre mesure, à TIV par le passé.
[55] Une étude sur ce thème menée par Global KW NetWork et présentée lors des rencontres du CAFOC (Centre Académique de FOrmation Continue) en juin 2000 à Angers, sur le thème « Le développement des formations ouvertes et à distance : Etat des lieux, enjeux et stratégies, contexte réglementaire et législatif » montre qu'il y a 85% d'abandons, pour cause de défaut de motivation ou manque de soutien humain, et que les 15% qui finalisent leurs apprentissages sont des autodidactes.
[56] Cette formule traduit simplement le besoin de réactivité aux évolutions de la société. Si elle semble triviale au premier regard, elle peut être interprétée de différentes manières. En témoigne son utilisation malheureusement incomprise comme argument électoral par Lionel Jospin lors des dernières élections présidentielles : la classe ouvrière y a vu là un déni de son existence (puisqu'il faut à tout prix se former, c'est qu'aujourd'hui on a plus besoin des ouvriers) et a sanctionné le candidat socialiste par un vote rejet [ASI02].
[57] On prévoit pour ce marché un taux de croissance de 40% au cours des prochaines années, pour atteindre 244M€ en 2004 (pour comparaison : 30,5M€ en 1998). Source : cabinet IDC [JDN02].
[58] Source : enquête du cabinet Arthur Andersen, « L'irrésistible ascension du e-learning » réalisée entre janvier et mars 2000.
[59] Source : rapport WR Hambrecht, cité par Philippe Morin dans [FFFOD01].

En Europe aussi l'e-learning prend de l'ampleur. La Communauté Européenne voit naître des initiatives e-learning aussi bien dans le monde universitaire qu'au sein des entreprises. Ainsi, 48% des entreprises britanniques qui disposent d'un réseau Intranet comptaient mettre en place des services e-learning dans l'année 2001. L'enthousiasme a gagné la France, puisque le pourcentage de grandes entreprises ayant mis en oeuvre des solutions de e-formation est passé de 11% en 2000 à 60% en 2001[60]. Mais les choses évoluent très vite, et un ralentissement notable dans l'investissement e-learning à tout crin se fait sentir aujourd'hui, en regard des inconvénients apparus : un lourd investissement à supporter pour les entreprises, des limitations technologiques sur les débits des réseaux en formation à distance, un accueil froid des salariés, craignant l'obligation de se former en dehors des heures de travail. Les entreprises semblent désormais se tourner vers les **« Blended Solutions »**, les dispositifs mixtes. Ils se traduisent par un emploi non plus exclusif des STIC en formation, mais harmonieusement combiné avec des pratiques académiques, afin de restaurer la motivation des apprenants, le soutien de la hiérarchie et le tutorat [Bla01].

I.4.2.7.2 Le retour sur investissement en e-formation

Dans les communiqués de presse, on trouve de nombreuses informations, le plus souvent d'origine nord-américaine, proclamant les avantages économiques de la e-formation par rapport à la formation dite traditionnelle, exagérément optimistes en ce qui concerne les retours sur investissements (ROI) effectifs :

> *« IBM estime une économie annuelle de 24 millions de dollars dans les coûts de transport liés aux formations des managers. La société prévoit également une économie globale de 55% outre ces frais de transport.» ; « Procter & Gamble a déclaré que le e-learning a accéléré le déploiement de la connaissance de ses produits, résultant en un gain annuel de 8 millions de dollars » ; « EDS estime que son initiative en e-learning lui offrira 50 millions de dollars d'économies dans les 5 prochaines années »*[61].

Quelle est la réalité des économies que peut entraîner la mise en place d'un dispositif de e-formation ? Il n'y a bien sûr pas de réponse définitive, tant la diversité des solutions mises en place et des contextes industriels ne peuvent autoriser une quelconque généralisation. Mais il apparaît aujourd'hui que la e-formation n'est pas l'outil magique que l'on a pu décrire dans un passé récent [Lew01]. D'un point de vue strictement économique, chacun des acteurs du marché de la formation - fournisseur et/ou client - doit se préoccuper des coûts des dispositifs qu'il développe et/ou utilise, de leur efficience, et plus précisément des retours sur investissements. Une enquête nationale réalisée en 2001 par l'OFEM[62] montre que si 75% des entreprises interrogées se sentent concernées par la e-formation (elles sont 27% à la mettre effectivement en oeuvre), elles sont également 75 % à ne pas évaluer ses coûts. Dans cette même enquête, 43% des entreprises estiment que la e-formation leur a été profitable, mais elles ne sont que **8.7%** à disposer d'une évaluation budgétaire comme outil de mesure du ROI. Le paradoxe est entier, mais il est récurent dans le domaine de la formation : il est difficile de construire un modèle complet et surtout applicable de mesure du ROI ; ceci est

[60] Source : enquête du cabinet Arthur Andersen, « Efficient learning » : e-Learning et formation efficace » réalisée entre janvier et février 2001 auprès de 74 entreprises françaises.
[61] Témoignages glanés sur le site eduventures.com : Corporate e-Learning Scorecard, Eduventures.com, June 2001.
[62] Observatoire de la Formation, de l'Emploi et des Métiers. Enquête réalisée par l'OFEM de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris, du 27 février au 15 mars 2001 par téléphone, auprès de 193 grandes entreprises (1000 salariés ou plus) ou organismes de formation français susceptibles de pratiquer la e-formation.

directement lié au caractère impalpable de la relation existante entre la construction de compétence et les bénéfices qu'on peut directement (ou indirectement) lui associer.

Selon Moonen [Moo97], l'analyse de la performance d'un dispositif de formation peut se faire selon la même démarche que celle faite dans tout système de production. Elle comporte quatre angles : analyse des intrants, analyse du processus, analyse des extrants et des retombées. En formation, les intrants sont les intervenants (concepteurs, formateurs et apprenants). Le processus est l'ensemble des moyens qui transforment les intrants (infrastructures et matériel pédagogique) ; l'ensemble (intrants + processus) détermine les coûts du système. Les extrants sont les résultats directs et immédiats du processus sur les individus participants (résultats chiffrables de la formation), alors que les retombées sont les résultats indirects et différés sur l'environnement social (effets latents mais non chiffrables). L'efficacité de la formation est le rapport entre les coûts et les effets :

$$\text{Efficacité} = \frac{\text{Coûts}}{\text{Effets}} = \frac{\text{intrants} + \text{processus}}{\text{extrants} + \text{retombées}}$$

Ce modèle illustre la difficulté à mettre en pratique une mesure de l'efficacité d'une formation, essentiellement à cause du caractère improbable et toujours imprécis de la mesure des effets (ils intègrent des données non chiffrables). Cela dit, il est nécessaire de proposer un modèle de schématisation du ROI en e-formation. Il doit à notre sens prendre en compte les facteurs suivants :

- **l'investissement initial** de conception de la formation,
- **le volume horaire** de la formation (temps de formation et taille du public visé),
- **le degré de criticité du poste de travail** concerné[63] ; c'est un facteur d'augmentation des effets de la formation,
- **la maintenance** du dispositif,
- **les effets mesurables** en conformité ou en performance, à court terme ou à long terme ; c'est par exemple un gain de temps mesuré dans un cycle de production, un taux de conformité qui augmente dans un atelier suite à l'action de formation, un niveau de retard de livraison qui diminue,
- **les effets non mesurables** ; ils englobent tout ce que l'on peut pas ou qu'on ne sait pas chiffrer : une meilleure coopération dans le travail, l'effet d'adopter un vocabulaire commun, l'impact d'une formation sur les produits, etc.

La balance nous semble être une bonne métaphore pour modéliser un ROI en e-formation ; n'y a-t-il pas en effet un équilibre à respecter entre les coûts engagés et les résultats obtenus ? La figure 4 illustre ce modèle. On distingue les poids fixes (représentés sur les plateaux de la balance ; leur taille n'est qu'indicative) et les poids variables (représentés comme des curseurs), fonctions du volume horaire. Le premier coût fixe est celui de la conception du dispositif de e-formation (C_1) ; s'y rajoute le coût de maintenance du dispositif, fixe dans le temps (C_2). Le coût de la e-formation (C_3) est hybride : le coût horaire formateur (C_{3a}) et le matériel pédagogique nécessaire (C_{3b}) sont fixes, alors que les coûts horaires des apprenants (C_{3c}) sont variables, proportionnels au volume horaire de la formation. Les effets mesurables (E_1) sont des curseurs (poids variables), puisqu'ils se rapportent à la fois au nombre

[63] Il sera plus rentable de lancer une action de formation sur un poste défini comme critique par l'entreprise, c'est-à-dire sur lequel la marge de manœuvre est étroite, que ce soit en terme de flux (« goulet d'étranglement » dans le flux de production) ou de qualité (savoir faire très précis sur le poste).

d'apprenants et au degré de criticité du poste. Par contre, les effets non mesurables ne peuvent par définition entrer dans le modèle de calcul du ROI ; c'est pourquoi nous les faisons figurer en pointillés.

Il faut remarquer que si la plupart des coûts sont fixes, les effets sont fonctions du nombre d'apprenants et du degré de criticité du poste ; cela indique que, pour un même investissement de conception, une e-formation sera d'autant plus rentable à terme qu'elle a été mise en place pour un grand nombre d'apprenants et sur un poste à fort degré de criticité. La e-formation s'appuie en outre sur des modèles génériques, structures informatiques réutilisables à souhait et sans gros effort financier ; c'est l'élément fort de sa rentabilité sur le long terme.

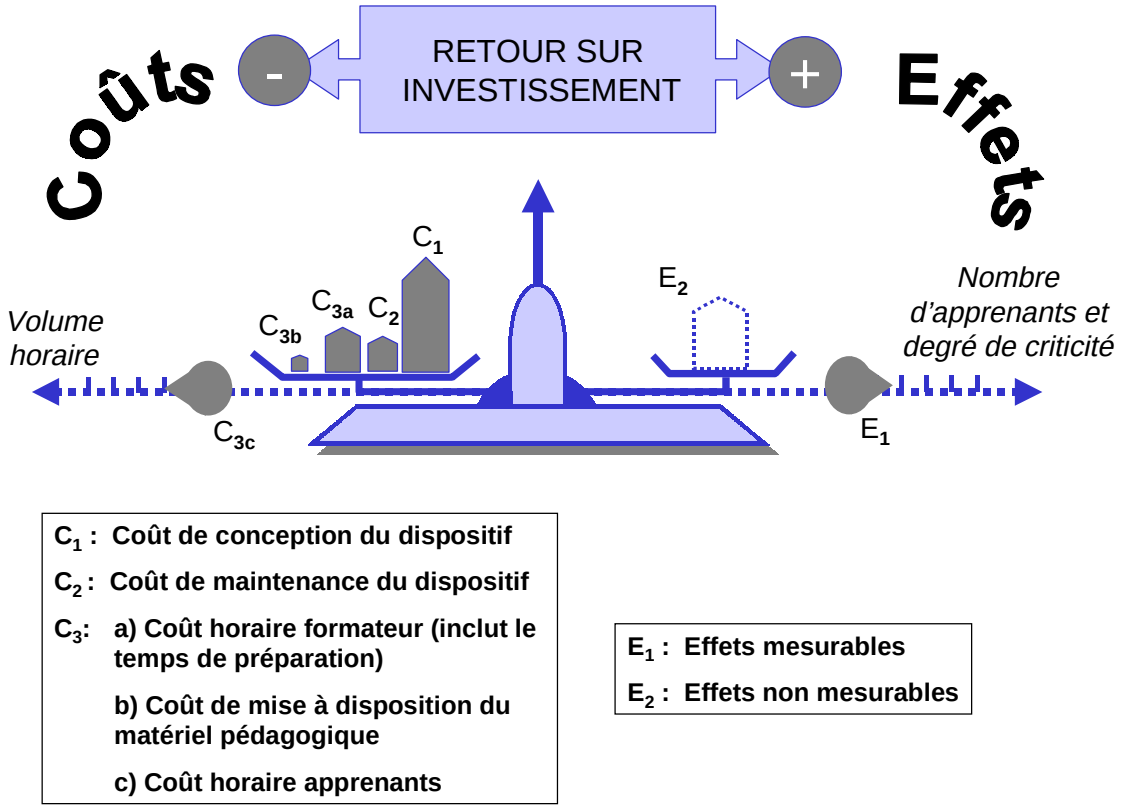


Figure 6. La balance comme modèle du retour sur investissement en e-formation

En terme de mesure des coûts, les acteurs de la formation s'entendent pour définir l'heure de formation comme unité de base[64]. On peut alors définir un **ratio** temps de conception / temps de formation ; pour illustration, le ratio habituel pour une réalisation professionnelle est de 200 (200 heures de conception et réalisation pour 1 heure de formation). Dès lors, on peut se demander quelle organisation dispose à la fois du temps et du budget nécessaire à la réalisation de telles formations multimédiatisées. Si certaines expériences ont eu lieu en milieu universitaire ou dans des Ecoles d'ingénieurs, non sans quelques limites liées à l'interdisciplinarité[65] des compétences requises, à l'image de [CDG00], les entreprises ne trouvent bénéfice à démarrer un projet multimédia adapté à la formation que sous certaines conditions :

[64] Dans la presse, on parle du coût de l'heure stagiaire.

[65] Dans un contexte industriel, on peut même parler de l'interculturalité des acteurs, comme le fait Pierre Caspar. Selon lui, regrouper des cultures différentes au sein d'un projet multimédia, comme pédagogie, technique, universitaire, grande entreprise et PME, « passé le stade de la confrontation des cultures, [...] favorise les synergies indispensables à la conduite du projet. » [Cas98].

- un sujet de formation **stable dans le temps**,
- un public visé suffisamment **large** pour justifier l'investissement,
- un projet intégré à une **démarche volontariste de l'entreprise**,
- un environnement industriel technologiquement et culturellement **favorable à l'utilisation des STIC** pour la formation, de manière à limiter les coûts directs (de développement) et induits (mauvais accueil de la formation, problèmes d'utilisation du multimédia).

Notons que les entreprises françaises communiquent peu sur leurs initiatives et leurs pratiques de la e-formation, et les retours financiers qu'elles peuvent engendrer. Il est donc difficile de bénéficier de la capitalisation de leurs expériences. Cependant, les lieux de pratiques innovantes et de réflexion sur les coûts sont majoritairement les grandes entreprises, qui constituent dans ce domaine de véritables laboratoires. Un contexte de réponse se développe aujourd'hui, celui de **partenariat** entre plusieurs entreprises, qui ont alors l'opportunité de regrouper leurs besoins et leurs moyens en vue d'un objectif commun. La synergie entre grandes entreprises françaises décrite par Pierre Caspar dans [Cas98] est en un excellent exemple. Le partenariat est indispensable dès lors que l'ampleur des investissements, la nécessité pour un acteur d'élargir ses compétences, de compléter son professionnalisme, ou que l'exigence de qualité le justifient.

I.4.2.8 Un partage culturel

La large diffusion des connaissances autorisée par les STIC définit un nouveau paradigme quant au partage des connaissances. On passe du modèle du compagnonnage à celui de la mutualisation des savoirs.
Dans le premier modèle, l'apprenant « parvient » à la connaissance par l'intermédiaire d'un parcours défini par un certain nombre d'étapes thématiques, en allant trouver pour chaque étape un expert, détenteur du savoir. Cela implique :

- une stricte **séquentialité dans le parcours d'apprentissage** : les « visites » aux experts sont chronologiquement organisées, selon un ordre bien souvent imposé par des contraintes géographiques (si on fait référence au séculaire Tour de France des compagnons) plutôt que pédagogiques ;
- un **cloisonnement des expertises** et du contenu : chaque expert impose « en bloc » son savoir, sans tenir compte de sa position dans le parcours de l'apprenant. Le nombre d'experts limite le contenu de la formation ;
- un **déplacement** physique de l'apprenant vers les lieux de connaissances ;
- une formation qui s'installe dans la **durée**.

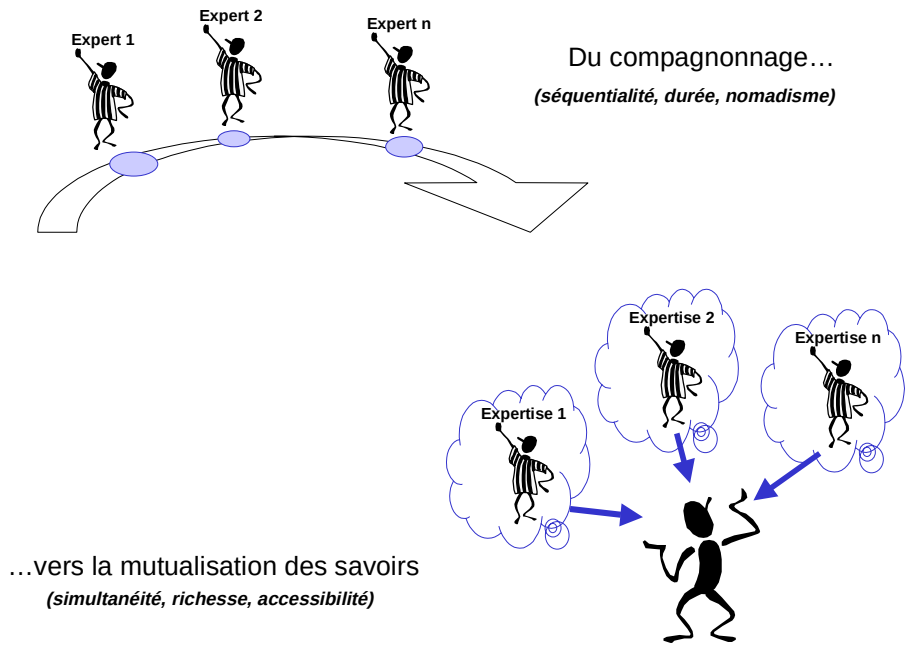


Figure 7. Le nouveau paradigme du partage des connaissances

Le modèle de la mutualisation des savoirs s'applique à mettre à l'entière disposition de l'apprenant les bases de données héritées de multiples expertises. En entreprise, c'est le défi du Knowledge Management, c'est-à-dire la gestion consciente, coordonnée et opérationnelle de l'ensemble des informations, connaissances et savoir faire de l'organisation, au service de cette organisation [Tis99]. Il s'agit concrètement de capitaliser le savoir des experts de l'entreprise, en le stockant dans ce que l'on appelle les **« bases de connaissances »**. Ce modèle implique :

- un dispositif complet de captage du savoir des experts : interviews semi-dirigées, films vidéos, productions écrites, etc. ;
- une rigueur dans le traitement et l'organisation de la base de connaissances ;
- une richesse des contenus, garantie d'une part grâce au stockage des éléments de connaissances dans la base, d'autre part avec des mises à jour et ajouts périodiques ;
- une simultanéité des expertises, avec un éclairage aux multiples points de vue ;
- une formation qui gagne en rapidité.

La formation en ligne par exemple, avec ses dispositifs pédagogiques intégrant la mise en réseau des apprenants et des formateurs, favorisant l'inter-réactivité, l'accès à des bases de connaissance partagées, la création d'un flux et un recueil d'information pour enrichir au fur et à mesure les dispositifs de formation et d'évaluation, est un bon exemple de réponse à une

problématique de gestion des connaissances en vue d'une intelligence collective, grâce à l'homogénéité culturelle[66].

I.5 Conclusion

Dans ce chapitre, les différents acteurs de la formation en entreprise ont été identifiés. De l'analyse de leurs besoins, nous en avons tiré une liste de prescriptions à prendre en compte en vue de la mise en place d'un dispositif de formation (le tableau récapitulatif des besoins est présenté en annexe A).

Dans le cas de formation au poste de travail sur des contenus de formation techniques, les contraintes sont fortes sur tous les acteurs :

- l'apprenant doit appréhender les mécanismes concrets et abstraits de son nouveau poste de travail ; son rôle va rapidement être de « fabriquer de la conformité » au sens large du terme, voire de la vérifier,
- le formateur doit souvent faire face à des groupes hétérogènes d'apprenants (lorsque groupe il y a), et travailler dans des délais serrés,
- l'auteur ne dispose que de peu de temps lors de la conception de la formation,
- le manager doit faire face aux imprévus de la vie des ateliers de production, le plus efficacement possible.

L'analyse des atouts et des faiblesses des formations dites traditionnelles par rapport aux nouveaux types de formation dites numériques nous a fait pressentir qu'il n'existe certainement pas de solution entièrement adéquate dans l'une ou l'autre de ces catégories. Par solution adéquate, nous entendons la meilleure réponse possible à l'ensemble des besoins énumérés ci-dessus. Certains apparaissent *a priori* contradictoires (cf les besoins de l'apprenant *versus* ceux du manager) ; l'enjeu est donc de trouver un juste compromis. C'est certainement vers une **organisation hybride** qu'il faut tendre pour bénéficier des points forts de chaque courant. La notion de solution mixte apparaît ici ; son développement, au travers de nos préconisations méthodologiques fait l'objet du chapitre suivant.

[66] Un exemple parlant d'un partage culturel dans une logique d'intelligence collective est celui de la construction du nouveau lanceur « Ariane 5 ». Avec le domaine spatial, on n'est pas dans une logique de production en série comme dans l'automobile, mais plutôt dans d'incessantes mises au point précises sur des situations toujours nouvelles. Les problèmes de fiabilité d'Ariane 5 (défaut de mise en orbite lors du vol 142 le 12 juillet 2001) ont été identifiés, après analyse du processus de fabrication, comme relevant de la formation. Il est apparu que les arrivants techniciens ou ingénieurs étaient formés sur le mode du compagnonnage auprès d'experts techniques. La mise en place d'un dispositif de e-formation (autoformation tutorée) a entraîné une homogénéisation culturelle dans les techniques de fabrication du lanceur.

Partie II

Proposition méthodologique de développement d’environnements de formation technique à un poste de travail

II.1 Introduction

Notre travail de recherche a consisté à construire une méthodologie pour répondre aux besoins des acteurs de la formation, et en vérifier la validité sur des applications de formation au poste de travail pour des opérateurs. Nous commençons par présenter les **modèles de conception** que nous avons développés : structurer et formaliser les contenus multimédias, personnaliser les parcours pédagogiques. La phase de conception est basée sur la réutilisation des modèles génériques et le respect de règles simples dans la construction des écrans. La mise en œuvre pédagogique est ensuite décrite ; elle propose une double alternance théorie / terrain et synchrone / asynchrone, avec la prise de dispositions pour faciliter l'utilisation des supports. Enfin, le détail des phases d'évaluation et de validation est donné, à la fois pour les résultats de l'apprenant et l'efficacité du dispositif de formation.

En guise de fil conducteur pour le lecteur, la Figure 8 présente, hormis les phases d'évaluation, l'organisation d'un dispositif multimédia de formation au poste de travail destinée à un public d'opérateurs, respectant l'ensemble des recommandations évoquées dans cette partie.

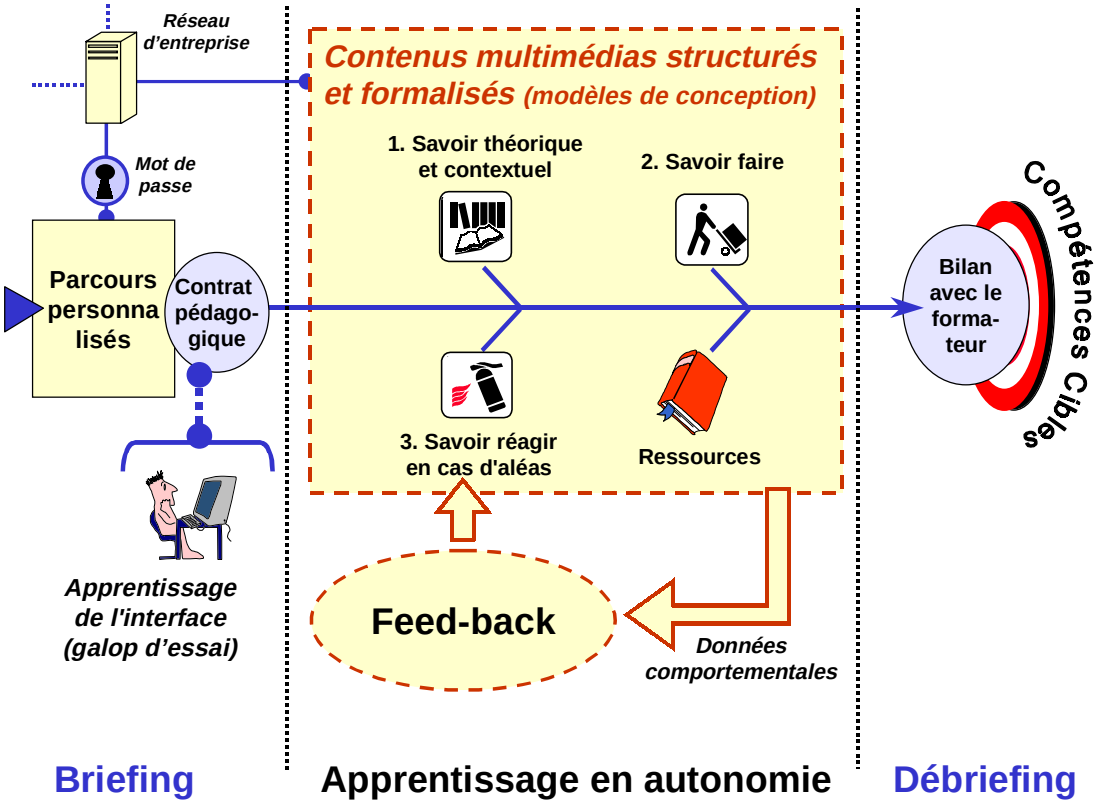


Figure 8. Modèle d'organisation des formations sur supports multimédias

II.2 Modèles génériques de conception

II.2.1 Structurer les contenus

Le premier besoin de l'expert et de l'auteur consiste à facilement construire et mettre en forme pédagogiquement les contenus de formation (B_{ex}^1 et B_{au}^1). Pour cela, ils doivent pouvoir disposer d'environnements et d'outils d'aide à la conception et à l'organisation pédagogique. Dans notre cas (formation technique à un poste de travail), nous avons élaboré une fiche descriptive du poste amenant l'expert à identifier ses objectifs pédagogiques. Ces objectifs sont ensuite finement décrits à travers des diagrammes de type cause-effet. Pour l'auteur, ces modèles définissent l'ossature des contenus de la formation.

II.2.1.1 Identification des objectifs pédagogiques

II.2.1.1.1 Qu'est-ce qu'un objectif pédagogique ?

L'apprenant adulte a besoin de prendre conscience de l'utilité concrète de sa formation et d'apprécier la progression de son apprentissage (B_{ap}^1 et B_{ap}^6). La pédagogie par objectifs fournit le cadre de réponse à ces besoins. Formuler un objectif pédagogique revient à se poser la question suivante :

« Que sera capable d'accomplir l'apprenant au terme de sa formation ? »

En répondant à cette question, on peut dégager des caractéristiques communes quant à la définition d'un objectif pédagogique [Bar95], [LBV92], [Mei87] :

- son atteinte concerne l'apprenant, et non le formateur, qui contribue cependant à le définir,
- il s'écrit en terme d'**activité,** de compétences dans notre cas (*conduire* une voiture, par exemple), plutôt qu'en terme de connaissances (*connaître* le code de la route). Nous préconisons d'utiliser directement un verbe d'action à l'infinitif pour décrire la compétence visée (*Brancher le tube sur le bâti de pompage* par exemple),
- il se réfère à un **résultat**, et non à un processus d'apprentissage (*« apprendre le fonctionnement de… »* n'est pas un objectif ; *« utiliser »*, *« conduire »* seraient plus adéquats),
- il décrit une activité identifiable par un comportement observable,
- il décrit explicitement le cas échéant les conditions de cette activité (qui, quoi, avec qui, comment, quand).

Seule l'évaluation concrète et réelle des compétences de l'apprenant autorise à dire que les objectifs pédagogiques ont été atteints ; c'est pourquoi construire un objectif implique nécessairement de définir en regard son évaluation.

II.2.1.1.2 Comment définir un objectif ?

Nous proposons d'identifier les objectifs pédagogiques d'une formation au poste de travail en se basant sur la description fine de ce poste.

II.2.1.1.2.1 Description des compétences cibles

Il ne s'agit pas ici de refaire le travail de classification des postes du Service des Ressources Humaines de l'entreprise. De nombreux modèles existent (méthode Hay, Cegos ou Centor), largement éprouvés [Don94]. Ils intègrent des volets de description « connaissances » ou « compétences professionnelles » qu'il s'agit d'enrichir.

On distingue trois niveaux de la connaissance : le niveau mémoriel (se souvenir), le niveau de compréhension (savoir expliquer) et le niveau de compétence (agir en autonomie). Dans la fixation d'objectifs pédagogiques, nous introduisons la notion de **compétence cible**[67]. Pour décrire les compétences cibles, nous nous attachons plus particulièrement à :

- **situer** le poste de travail : intitulé, place dans le processus de travail,
- le **décomposer** : description détaillée des actions procédurales ou des types d'activité qui recouvrent la tenue du poste,
- en préciser les **règles d'autonomie** : champ d'action du titulaire du poste,
- identifier les **incidents ou erreurs** pouvant survenir sur le poste pour les traiter ; une compétence met nécessairement en jeu l'adaptation à un contexte inconnu, la réaction autonome à des aléas,
- fixer les **expériences ou aptitudes** nécessaires à sa conduite : niveau de pré-requis.

Pour décomposer le poste, il est nécessaire de procéder méthodiquement, d'une part pour garantir le même niveau de description pour chaque poste, d'autre part pour obtenir la meilleure exhaustivité possible au terme de cette étape.

II.2.1.1.2.2 Description de la conformité

Au poste de travail, la formation a comme méta-objectif **« produire en conformité »**. Qu'est-ce que produire ? Qu'est-ce que la conformité ? Ces notions dépendent du type de poste concerné : un opérateur fabriquera des pièces (son produit) selon une consigne de poste définie (ses critères de conformité). Un technicien mettra au point des équipements (son produit) selon des spécifications de fabrication (ses critères de conformité). Un ingénieur développera des produits et des méthodes de travail (son produit) en regard des besoins de clients internes ou externes à l'entreprise (ses critères de conformité).

Nous procédons avec l'expert à une recherche systématique de toutes les sources de non-conformité. D'une manière générale, l'analyse des risques garantit le traitement durant la formation des **aléas identifiés**[68] au poste concerné. Nous distinguons ce que nous appelons les

[67] La cible notifie les objectifs à atteindre. Quant au terme de compétence, on peut le discuter avec celui de qualification. Lors de recherches sur la formation continue, D.Wautier et B. de Backer constatent que la notion de compétence émerge en Europe dans les années 1980 [Wau00]. Si la qualification est liée au métier, la compétence appartient au travailleur ; la compétence a donc une dimension individuelle (cela explique l'appellation « Gestion des compétences » des projets menés par les Ressources Humaines en entreprise).

[68] Le lecteur ne doit pas être surpris par cette expression d'« aléa identifié ». Si l'aléa est bien un événement imprévisible, il doit se comprendre comme un risque ; ainsi le définit le Petit Larousse illustré 2002 : « Risque d'incidents défavorables, d'inconvénients. » Dans la plupart des cas, nous ne prétendons pas traiter de situations « imprévues » (au sens où l'expert lui-même ne saurait les prévoir). Cela impliquerait, comme l'expose Philippe Perrenoud [Per99], un long processus d'apprentissage, qui passe par une relecture de l'expérience, un retour réflexif sur l'événement et les réactions qu'il suscite. Il s'agit d'apprendre à : anticiper, chercher et à lire des signes précurseurs, identifier des événements significatifs, interpréter l'ensemble de la situation, élaborer une réponse appropriée, et activer le processus de réaction.

« gestes qui tuent » (comportements du titulaire du poste fatals pour le produit[69]) et les **« situations critiques »** (relevant des aléas de matière, de matériel ou d'environnement du poste). La Figure 9 montre la fiche méthodologique d'aide à la description des activités en vue de l'identification des objectifs pédagogiques.

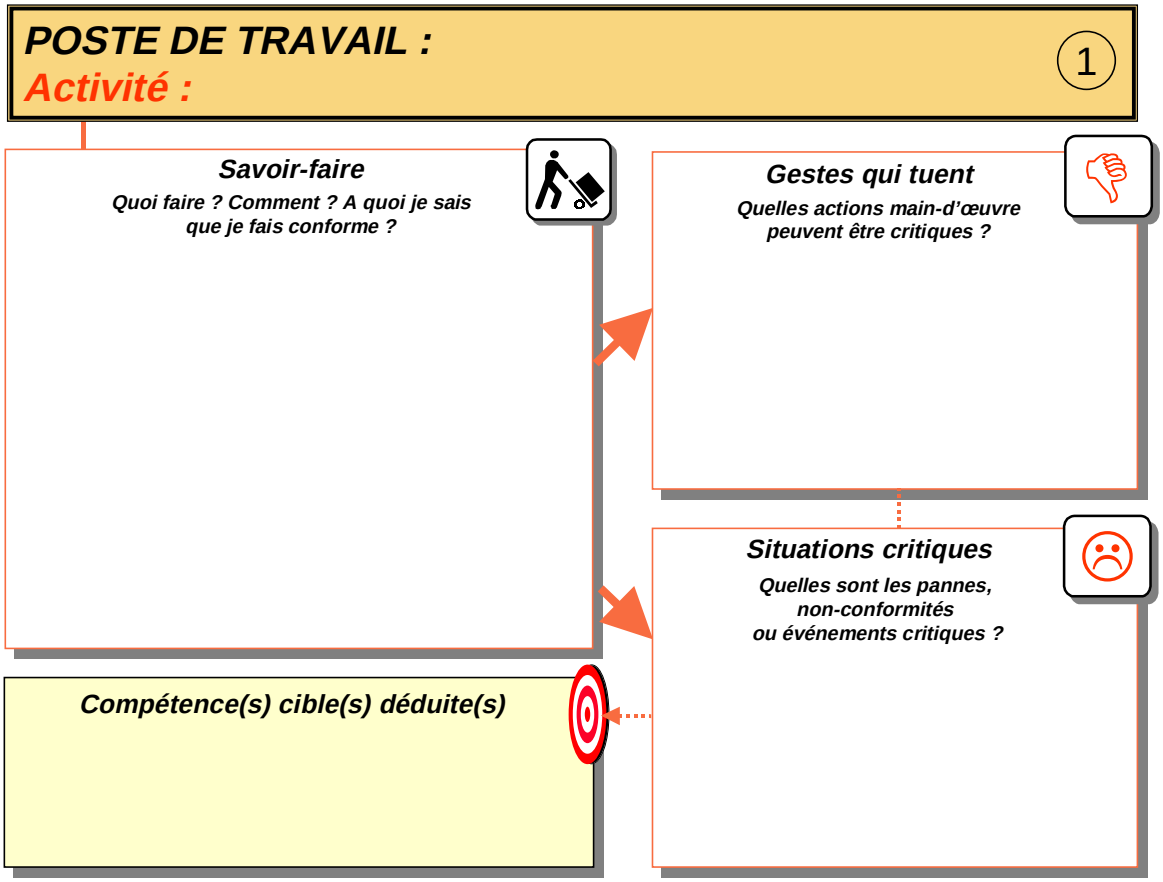


Figure 9. Description et analyse de risques des activités d'un poste de travail

À chaque poste est associée une liste de compétences cibles, qui constituent autant de modules de formation, articulables et indépendants. La démarche n'est pas de parcelliser le poste en des actions spécifiques et cloisonnées, à l'image d'Unités de Valeur (UV), mais plutôt de décomposer les mécanismes opératoires complexes afin de mieux les recomposer durant l'action de formation. Cibler une compétence répond à deux enjeux : garantir la **pertinence** de la formation par rapport à l'existant en atelier, et donner un **référentiel** pour la validation finale des résultats.

II.2.1.2 Structurer les contenus de formation

Une fois que les objectifs pédagogiques sont formalisés, l'expert et l'auteur ont le même besoin de structuration générique des compétences (B_{ex}^{1} et B_{au}^{1}). Nous mettons à leur disposition un modèle commun d'organisation des connaissances dans des diagrammes cause-effet.

[69] Tel que défini précédemment selon le poste.

II.2.1.2.1 Comment décrire la compétence ?

La compétence professionnelle peut être définie à la manière de [Leb95] comme un «savoir-agir éprouvé et reconnu ». De cette définition sommaire, on peut tout de même tirer deux observations :

- la compétence ne se révèle pas immédiatement, mais émerge notamment par l'expérience au fil du temps,
- pour être reconnue, elle doit être validée explicitement comme telle.

En approfondissant le concept, la littérature nous présente classiquement la compétence non pas comme l'application d'une connaissance théorique, mais un ensemble de savoirs, savoir-faire et savoir-être mis au service d'une situation de travail [Bar95]. Si cette répartition tripartite semble fondée, nous excluons le concept de « savoir-être », non pas pour suivre un courant de pensée généralisé ([Bri93] , [Dav91], [Sul99]) mais parce que nous l'avons éprouvé dans un premier temps, sans qu'il apporte de valeur ajoutée à la description de compétence. En outre, n'y aurait-il pas un risque de dérive idéologique et de conformisme social à imposer un « savoir-être » ?

Nous avons bâti nos contenus de formation selon la décomposition en 3 types de savoir génériques de la compétence au poste de travail :

Connaissances et contexte : *quel est le contexte ? Pourquoi faire les choses ainsi ?*

Savoir faire : *quoi faire ? Comment ? Quels sont les critères de conformité ?*

Comportement en cas d'aléas : *comment réagir si ce n'est pas conforme ?*

Ces items sont complétés par deux éléments. Le premier concerne les **pré-requis** pour la conduite du poste ; ils sont essentiellement descriptibles en termes de capacités spécifiques (force physique par exemple). Le second précise, dans le cadre d'une gestion managériale des compétences (en lien avec B_{ma}^{1}), la **transversalité de la compétence** dans l'entreprise. La compétence est transversale si elle est capitalisable dans la formation d'un autre poste de l'entreprise ; dans ce cas, le travail de définition des contenus liés à cette compétence cible n'aura plus à être fait. Ainsi, l'application par exemple d'une démarche qualité sur un poste pourra être directement réinvestie ailleurs.

II.2.1.2.2 La métaphore du théâtre mental

Illustrons notre description de la compétence par la métaphore de la scène théâtrale[70]. La compétence de l'acteur peut s'exercer de manière intelligente aux conditions suivantes :

- Le décor est-il bien planté ? C'est le contexte indispensable à connaître pour situer son jeu (son poste de travail en entreprise) par rapport aux lieux, aux situations et aux autres personnages.

[70] Source : support de formation interne à Thales conçu par Jean-Luc Berger (formation de formateurs).

- Le texte et la mise en scène sont-ils connus ? C'est la consigne, définie par l'autorité (la consigne en entreprise) ; elle guide l'activité.
- La scène est-elle « éclairée » ? Au double sens : les projecteurs « mettent en lumière » le jeu de l'acteur et lui permettent de le réguler ; le souffleur apporte une aide « éclairante » à l'acteur victime d'un trou de mémoire.

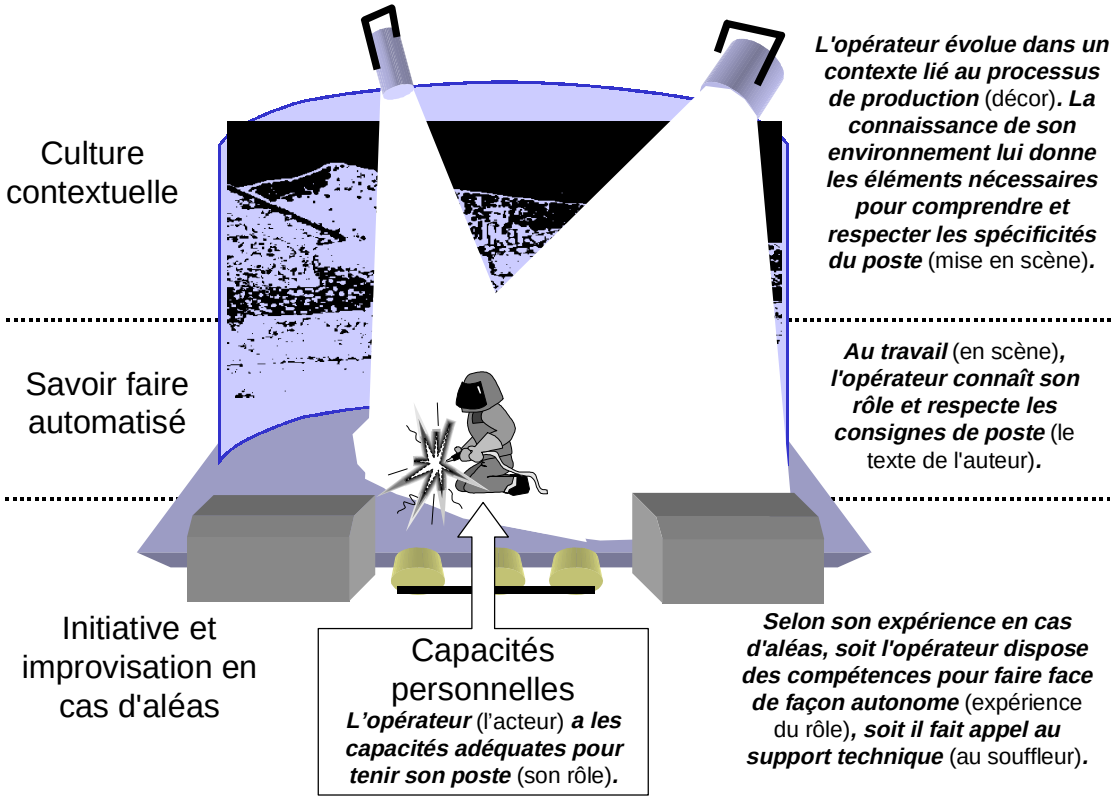


Figure 10. La métaphore de la compétence professionnelle comme un théâtre mental

On peut mettre en correspondance ces éléments avec les 3 types de savoir décrits précédemment (cf. Figure 10). Cette métaphore est utile à l'expert afin qu'il visualise la structuration à donner aux compétences : à travers le théâtre mental, c'est l'intelligence de la conduite d'un poste que l'on veut mettre en évidence, et non pas la stricte application de règles et consignes sans en appréhender la portée.

II.2.1.2.3 Représentation formalisée en diagrammes cause-effet

Pour son aspect visuel et synthétique, nous avons choisi la forme du diagramme d'Ishikawa, couramment appelé **« arête de poisson »** ou encore **diagramme cause-effet**[71] pour représenter chaque compétence cible.

Il y a deux façons de construire le diagramme cause-effet. La première consiste à considérer les savoirs comme distincts, comme autant de catégories composant la compétence ; la Figure 11 illustre cette option. Nous avons rajouté aux savoirs le renseignements de **capacités personnelles**, qualifiant le titulaire du poste de travail (c'est par exemple une nécessaire force

[71] Cette appellation rend mieux compte du sens de tels diagrammes : la maîtrise des causes (toutes les catégories de savoir) garantit la maîtrise des effets (la compétence cible).

physique, un niveau de diplôme requis ou des aptitudes sur des compétences cibles transversales).

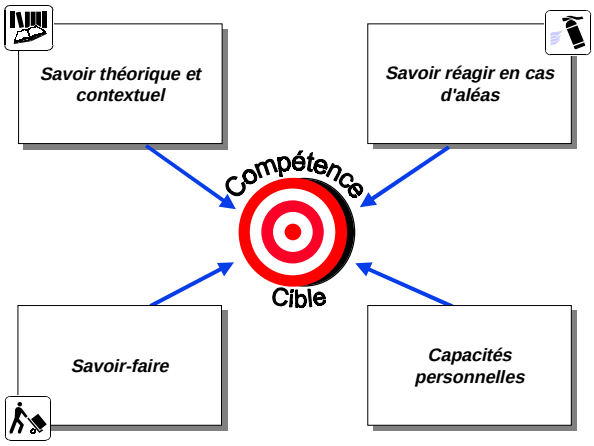


Figure 11. D'une vision cloisonnée des savoirs…

La seconde consiste à prendre en compte leur interdépendance : les connaissances et le contexte sont nécessairement rattaché à une façon d'agir ou de réagir, en tant que réponse et explication du savoir pratique. Les représenter de manière globale (cf. Figure 12) semble donc plus réaliste, puisque à chaque item d'un savoir pratique on saura mettre en correspondance l'élément du contexte ou la notion théorique qui le sous-tend.

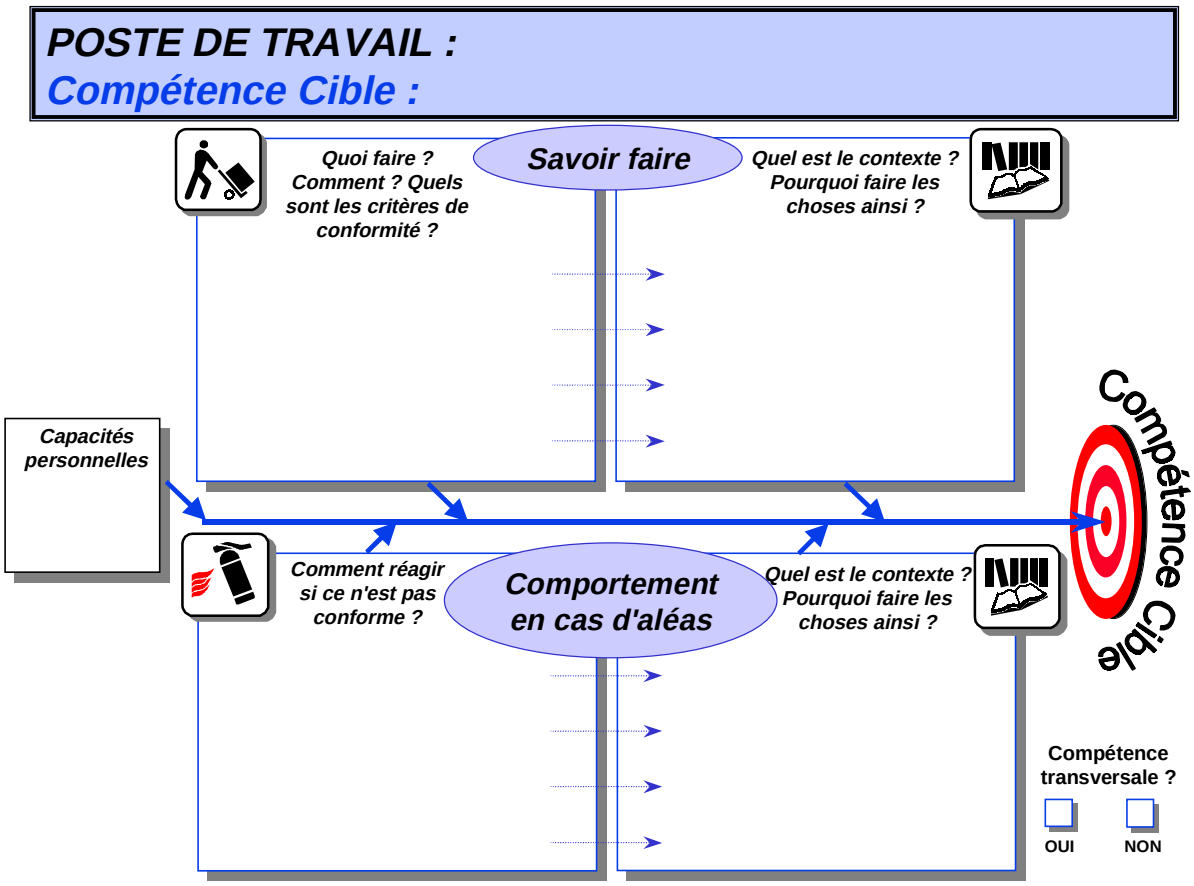


Figure 12…à la description cohérente d'une compétence cible

Les diagrammes cause-effet constituent pour chaque compétence cible un modèle commun de travail pour l'expert et l'auteur. C'est une opportunité à leur collaboration : l'auteur peut apporter son aide à l'expert lors du renseignement des diagrammes. Ils construisent ensemble le matériel de base de la formation[72], que l'auteur déclinera pédagogiquement en collaboration avec le formateur. L'objectif d'une formation professionnelle étant moins l'exhaustivité que la pertinence du propos liée à la pratique sur le terrain, ils sélectionneront les points essentiels de la conduite normale du poste, et les aléas principaux (idéalement tirés d'un Pareto[73]).

II.2.2 Formaliser les contenus multimédias

Pour autoriser le formateur à quitter la séance de formation tout en répondant au besoin d'encadrement de l'apprenant (B_{ap}^4), il y a trois conditions. La première est d'entretenir la motivation de l'apprenant (B_{ap}^3) tout au long de son apprentissage. La deuxième nécessite des interfaces Homme-Machine intuitives pour l'apprenant (B_{ap}^5). La troisième est de garantir la continuité de la relation pédagogique pendant la phase autonome d'apprentissage. Si les outils multimédias apportent une réponse appropriée, leur emploi nécessite d'être reconsidéré par rapport à l'usage « encyclopédique » courant. Nous préconisons une utilisation des exposés multimédias comme ressource par rapport à une mise en situation simulée dans le cadre d'activités pédagogiques. D'autre part, les différences inter-personnelles entre les apprenants imposent d'avoir des modes de représentation des contenus équilibrés.

II.2.2.1 Diversifier les médias

Parmi tous les modèles descriptifs de la structure cognitive humaine, nous en retiendrons deux, étroitement liés, pour garantir l'équilibre des médias dans la construction d'interface de produits multimédias à vocation pédagogique. C'est d'une part le modèle de séparation hémisphérique du cerveau (propre à tous les êtres humains), et d'autre part la classification de la Programmation Neuro-Linguistique (PNL) pour les canaux de perception et de représentation (caractéristiques de chaque individu).

II.2.2.1.1 Un cerveau, deux hémisphères

Des recherches initiées dans les années 1960 sur des personnes atteintes de lésion cérébrale ont rendu possible l'étude des deux hémisphères cérébraux de manière séparée[74]. Elles ont révélé que nous possédons deux façons différentes et complémentaires de traiter l'information : l'une **linéaire**, procédant pas à pas, analysant les éléments constitutifs d'un ensemble, et l'autre **globale**, qui détecte et construit les structures. Chacun des hémisphères de notre cerveau prend en charge ces deux modes de traitement. L'hémisphère gauche (HG) traite l'information analytiquement, et l'hémisphère droit (HD) globalement.

[72] On peut noter avec humour, mais non sans pertinence, que les « arêtes de poisson » renseignées constituent l'ossature des actions de formation…

[73] Diagramme en barres selon une hiérarchisation descendante (loi des « 80–20 » ; voir en xx).

[74] C'est notamment grâce aux études du chirurgien Roger Sperry (Prix Nobel en 1981), sur des patients atteints d'épilepsie grave, qui ont mis en évidence la séparation des « deux cerveaux ». En pratiquant une commissurotomie (section du réseau de fibres reliant les deux hémisphères) sur ces patients, il a réussi à « isoler » les symptômes sur un seul des hémisphères.

Traitement par l'HG	*Traitement par l'HD*
S'intéresse aux composantes	S'intéresse aux ensembles
Détecte les traits pertinents	Intègre les parties en un tout
Analyse de manière logique	Fonctionne intuitivement
Traite en séquence	Recherche les structures, les relations
Respecte une ligne temporelle	Traite simultanément, par analogie
Décrit verbalement	Décrit de manière visuo-spatiale

Tableau 1. Différenciation de traitement par l'HG et l'HD

A partir de ces constatations, on a pu élaborer dans les années 1980 un modèle hémisphérique du cerveau, décrit par le tableau ci-dessus [Wil86]. Au-delà de cette représentation binaire et séparative, il est important de souligner que c'est la complémentarité des hémisphères qui donne à la pensée toutes ses facultés et sa flexibilité : nous ne pensons pas exclusivement avec l'un ou l'autre des hémisphères, et on ne peut pas dire que l'un ou l'autre des traitements soit supérieur à l'autre. Pour mieux cerner les implications de ce modèle, nous proposons qu'il s'illustre lui-même au lecteur, à travers la Figure 13.

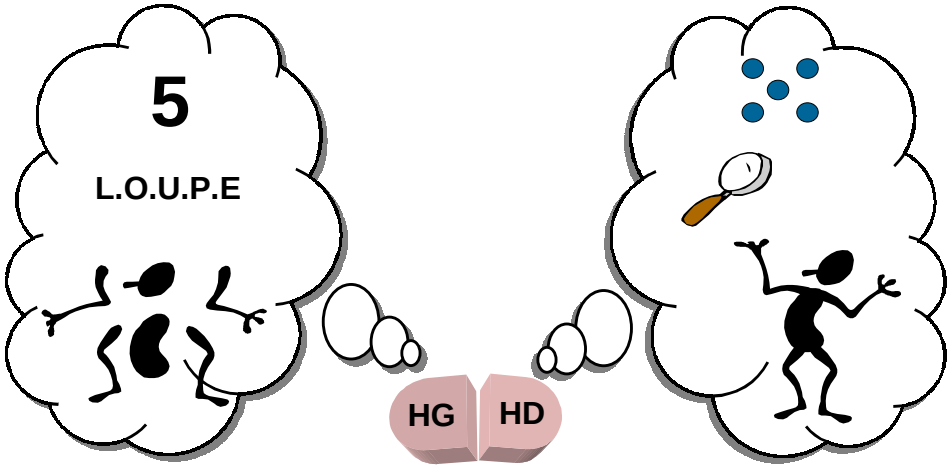


Figure 13. Le modèle hémisphérique du cerveau

Le modèle hémisphérique peut intégrer les **préférences cérébrales** définies par Ned Hermann [Her82] : il distingue les activités corticales (liées au raisonnement) et limbiques (liées aux émotions). Sur les quadrants du cerveau ainsi constitués, chacun d'entre nous peut se positionner. Dès lors, on peut chercher à en déduire des implications pédagogiques. C'est notamment ce qu'a fait Patricia Davidson pour l'étude de l'apprentissage des mathématiques [Dav82]. Elle a ainsi identifié deux profils d'apprentissage chez les élèves ; il y a d'un côté ceux qui :

> *[…] préfèrent une démarche qui leur fournit une « recette », qui leur permet de suivre une suite d'opérations pas à pas vers la solution. […] Ils ont un très grand besoin de se parler au cours de leur raisonnement.*

D'un autre côté, le second profil décrit des élèves qui :

> *[…] savent évaluer et sont capables de donner une réponse juste sans savoir comment ils y sont arrivés. Ils peuvent aussi, mieux que les autres, reconnaître des structures de grandes dimensions.*

Elle suggère que les formateurs adaptent leur discours et leur méthode pédagogiques afin de s'adresser aux deux profils simultanément. C'est par exemple faire une démonstration pas à pas au tableau noir, tout en la décrivant oralement de façon plus globale. Ces préceptes doivent être appliqués en conception d'interfaces pédagogiques sur supports multimédias : il faut en toute circonstance **préserver l'équilibrage entre les composantes**. C'est par exemple :

- accompagner de façon sonore les textes affichés à l'écran,
- prévoir, dans les outils de navigation, le double affichage (symbolique et graphique),
- autoriser, dans les modalités de visualisation de l'information, une vue à la fois globale et descriptive [FHRT01],
- etc.

II.2.2.1.2 Les canaux de perception

Pour garantir l'équilibre des médias dans des supports de formation informatisés, nous faisons appel au système de représentation sensorielle défini par la Programmation Neuro-Linguistique[75] (PNL). Selon ce modèle, chacun d'entre nous possède un système dominant qui définit la manière dont nous appréhendons le monde, accédons à l'information, et qui régit nos processus mentaux [Lab87]. On distingue :

- Les **visuels** (environ 50% de la population) : rapport à l'image
- Les **auditifs** (environ 20%) : rapport aux sons, au vocabulaire
- Les **kinesthésiques** (environ 30%) : rapport au toucher, aux sensations

Idéalement, ces trois canaux doivent être utilisés sur un support multimédia selon leur importance relative[76]. Ceci afin de s'assurer, à défaut de concevoir des interfaces adaptatives sachant détecter les préférences de l'utilisateur, d'émettre un message efficacement perceptible par tous les apprenants, quel que soit leur profil.

D'autre part, ce modèle comporte une seconde recommandation intrinsèque : il ne faut en aucun cas faire passer plusieurs messages par le même canal de façon simultanée. En effet, il y aurait alors surcharge cognitive pour l'apprenant. Ces règles simples garantiront l'efficience des modalités employées :

- pas de vidéos ou d'animations dynamiquement (textuellement) légendées en parallèle, mais plutôt (oralement) commentées (comme suggéré dans [Dub01]),
- pas de différence sémantique entre un son qui se rapporte à un texte à l'écran et ce texte ; un son d'accompagnement (sans message propre) sert cependant de renforcement cognitif,

[75] Pourquoi cette appellation ? Elle s'explique ainsi :
- P comme Programme : si notre structure du cerveau est identique, ce sont nos « programmes », nos « logiciels » de décodage qui diffèrent selon les individus. Cela dépend de la psychologie personnelle.
- N comme Neurologie : c'est notre activité neurologique, nerveuse, qui nous fait percevoir, appréhender, décoder les données de notre environnement. Penser, sentir, ressentir, percevoir, se rappeler, oublier, organiser, combiner des données sont des activités neurologiques.
- L comme Linguistique : le langage structure notre pensée ; il reflète ce que l'on est.

[76] Il existe également un quatrième canal, inopérant dans notre cas, puisqu'il concerne les sensations olfactives et gustatives.

- le mouvement (animations) doit être pédagogiquement utile ; il doit être employé uniquement dans ces cas-là, sans venir interférer le message,
- les explications sonores ne doivent pas être longues et encombrées de détails (comme montré par [Poy98]),
- les modalités ludiques et participatives conviendront d'emblée aux kinesthésiques,
- les messages sonores de notification sont aussi importants que le texte qui les accompagne éventuellement ; ne pas les négliger,

La diversification et l'équilibrage des médias répond en partie au besoin de l'apprenant d'utiliser ces ressources de manière intuitive. En outre, ces modèles de conception font appel à quatre facettes de « l'homme apprenant » (multisensoriel, acteur, émotionnel et joueur) déterminantes dans l'entretien de la motivation de l'apprenant.

II.2.2.2 Construire une pédagogie par l'action

En opposition avec un enseignement intégralement de type transmissif (voire « magistral »), nous proposons un apprentissage plus participatif, grâce d'une part au modèle pédagogique du briefing-débriefing, où l'apprenant contrôle une partie de sa séance d'apprentissage, d'autre part grâce à l'emploi du multimédia selon les préceptes énoncés ci-dessus.

De nombreux textes font référence à différents **niveaux de rétention de l'information** par un sujet, en situation d'apprentissage ou non, selon son implication dans ce que l'on peut nommer « l'action médiatique ». Selon les chiffres ([Muc88], [Pre98] ou [Mas99]), on peut estimer en moyenne un taux de rétention de :

- 20 à 30% de ce qu'on voit,
- 40 à 50% de ce qu'on voit et entend,
- 70% de ce qu'on voit, entend et fait,
- 90% de ce qu'on fait en le disant.

Sans croire que ces résultats tiennent lieu de vérité[77], nous en concluons, comme nous le pressentions avec l'évocation de l'homme multisensoriel[78], que l'engagement personnel de l'apprenant dans son apprentissage est un facteur déterminant de sa réussite. Ainsi le résume [Mas99] :

> *[…] plus les sens de l'apprenant sont impliqués, plus grand sera le taux d'apprentissage, de transfert et de rétention de la connaissance.*

Apprendre par l'action signifie également pour l'apprenant sortir du traditionnel schéma didactique « top-down » (ou descendant) :

[présentation des concepts] → [applications sur le poste] → [tests d'évaluation]

en mettant au cœur du discours des cas qui, par leur résolution, constituent les points d'entrée aux concepts et aux savoirs concrets. Plutôt que répondre à la question du choix entre liberté

[77] Dans les références, ces chiffres ne sont pas discutés ni contextualisés : quelles ont été les conditions des expériences ? Combien de temps après ont été pratiquées les mesures de rétention ? Peut-être ne sont-ce que des estimations ?
[78] Voir la partie 1.

de navigation ou guidage pédagogique [Ber98], il convient de mixer les deux pratiques par une alternance permanente :

[questionnaires et mises en situation] ↔ [recherche motivée d'explications]

Cela s'appuie sur le principe bien connu selon lequel « on n'apprend bien que ce qu'on cherche à comprendre » [Cle91]. C'est donc par une mise en situation permanente que l'outil multimédia dévoile ses potentialités en matière d'apprentissage. Cette mise en situation doit refléter au mieux les situations réelles au travail. En effet, il apparaît que la majorité des apprentissages se produisent lors de la conduite du poste ; [Dic02] annonce même :

> *Des études ont montré que près de 85% des apprentissages ont lieu sur les lieux de travail. […] Les salariés qualifiés semblent mieux apprendre dans la pratique de leur profession.*

C'est ici que l'alternance pratique–théorie prend tout son sens dans le processus d'apprentissage. Mais puisque même la théorie se révèle être « action », comment la caractériser ?

II.2.2.2.1 Quel type d'action ?

Nous privilégions l'activité autonome de l'apprenant ; son parcours, pour chacune des compétences cibles, consiste en une **série cohérente de questionnaires** (sur des notions théoriques, ils sont conçus pour vérifier l'acquisition de concepts et d'éléments de contexte) **ou de mises en situation** (présentation de cas, reproduction éventuellement schématique du réel ; elles sont utilisées en particulier pour présenter les aléas) appelés **activités pédagogiques**. Ces activités sont à la fois variées et équilibrées sur les modalités qu'elles impliquent. Il ne s'agit donc pas de numériser de simples Questionnaires à Choix Multiples (QCM) papier, mais plutôt d'utiliser toutes les ressources de l'ordinateur dans l'intégration des médias sur un même support. En effet, si les QCM ont pu être jugés utiles, ils sont à la fois délicats pour l'auteur, et « dangereux » pour l'apprenant. Dans leur conception, l'auteur doit trouver des « faux-frères » appropriés (les mauvaises réponses), qui doivent proposer des alternatives vraisemblables à la bonne réponse (ou bien des propositions farfelues, mais dans ce cas le QCM est trop facile et n'apprend rien). Quant à leurs effets sur les apprenants, on évoque souvent l'effet négatif de ces perturbateurs, comme le souligne par exemple Cazade [Caz95] :

> *[...] le temps passé par un apprenant à envisager hypothétiquement des possibilités erronées de constructions lexicales ou syntaxiques peut laisser dans son esprit des traces fâcheuses et persistantes que même l'arrivée de la bonne réponse au bout d'un certain temps n'efface pas complètement.*

Il y a un équilibre à respecter dans la difficulté des activités (vue du côté de l'expert) : si l'apprenant répond sans effort ni réflexion, il n'appréhende pas les concepts clés de la formation. A l'inverse, si le problème s'avère trop ardu, l'apprenant sera constamment en situation d'échec, et un sentiment de découragement apparaîtra bien vite. Si on ajoute à ces dangers la désorientation possible de l'apprenant au sein de l'environnement d'apprentissage, ou son incompréhension éventuelle du mode d'emploi des activités, on admet sans hésitation la nécessité d'établir une **médiation en l'absence du formateur,** à travers des fonctionnalités de rétroaction évoluées.

II.2.2.2.2 Pour quelle rétroaction ?

Christian George [Geo83] envisage, sans réduire le terme à une activité motrice, des actions finalisées dont le résultat, conforme ou non à l'objectif poursuivi, est connu de l'apprenant grâce à des informations en retour. Nous voyons ici apparaître la notion de **feed-back[79] (alimentation en retour)**. Majeur dans le thème de l'interactivité, voire même unique[80], le terme de feed-back est pourtant issu des domaines technologiques. Son approche dans le domaine de l'automatisme nous fournit une passerelle avec nos préoccupations pédagogiques : plus qu'un simple message de notification, il désigne alors le processus de base d'un dispositif de régulation d'un système : on ne peut atteindre un objectif (consigne) que si en retour on lui compare les effets obtenus, afin d'entreprendre une action corrective. De là à considérer l'apprenant comme un système, et sa régulation comme une médiation dans son processus d'apprentissage, il n'y a qu'un pas, que nous serons tentés de franchir.

Activité élémentaire	***Applications***	***Contrôles nécessaires au feed-back***	
		génériques	***spécifiques***
Choisir	- parmi une collection d'objets ceux qui satisfont des critères données (ex. : tri) - la bonne réponse d'un QCM	Ecart de performance entre les résultats et les objectifs annoncés Prise en compte de critères, contraintes ou précautions dans la prise de décision de l'apprenant (alarmes) Temps pris et ressources utilisées pour l'analyse et l'action Historique des résultats	Nombre et valeur des éléments extraits et non extraits
Organiser, lier, construire	- un ensemble de faits observés en les associant à l'état d'un système qui les a produits (ex. : demande de diagnostic) - deux familles d'éléments en les associant (ex. : appariement d'objets) - un système en le reconstruisant à l'aide de sous-systèmes proposés (ex. : puzzle) - une suite d'opérations en retrouvant leur séquentialité		Points de réorganisation incorrects
Compléter	- une zone de réponse ouverte (ex. : donner une valeur numérique issue d'un calcul à partir d'un ensemble de données), - une grille de mots croisés - une phrase à trous		Ecart entre le remplissage donné et le remplissage attendu
Piloter, agir, déclencher	- les éléments d'un simulateur pour réaliser une mission donnée (mise en situation) - un mécanisme schématisé pour en comprendre le fonctionnement		Détection de manipulations incorrectes ou mal ordonnées

Tableau 2. Les types d'activités pédagogiques et leurs éléments de contrôle nécessaires au feed-back

[79] Certains auteurs canadiens parleront de **rétroaction**.

[80] Dans le sens « au-dessus des autres ». En effet, le feed-back est souvent considéré comme le seul élément d'interactivité d'un environnement d'apprentissage multimédia.

On peut élaborer une typologie des activités pédagogiques en parallèle avec une classification des contrôles nécessaires à la construction d'un feed-back. Nous définissons les types d'activités pédagogiques autour de **quatre activités élémentaires** : choisir, organiser (lier, construire), compléter et piloter (agir, déclencher). Si cette liste n'est certainement pas exhaustive, on peut décliner à partir de ces activités élémentaires un très grand nombre d'applications, dont quelques exemples sont donnés dans le Tableau 2. Il est bien sûr possible de combiner plusieurs activités élémentaires dans un même écran. Par une analyse comportementale de l'apprenant via les éléments de contrôle génériques (quelle que soit l'activité élémentaire) et spécifiques, on peut construire un feed-back qui assure une réelle gestion des erreurs de l'apprenant, trop peu exploitée par la majorité des dispositifs de formation multimédias[81].

II.2.2.2.3 Avec quelle structure hypermédia ?

Dans son parcours des activités pédagogiques, l'apprenant doit pouvoir disposer des ressources d'information nécessaires (rappelons-nous B_{ap}^4). C'est ici qu'intervient l'aspect hypermédia de nos environnements d'apprentissage. Un large espace de l'application multimédia doit être réservé aux **ressources documentaires**. En lien avec les activités pédagogiques, elles sont librement consultables par l'apprenant. D'aucuns mettent en garde sur les dangers de dispersion et de désorientation de l'apprenant dans de tels environnements hypermédias [Car01], [Bru97]. Ainsi Philippe Quarteroni évoque-t-il la surcharge cognitive liée à l'exploration d'un système hypermédia [Qua96] :

> *[…], la surcharge cognitive et la désorientation de l'utilisateur au sein d'un hypermédia demeurent des problèmes essentiels. […] On peut dire que l'hypermédia est alors pris à son propre jeu, car donnant l'accès à une quantité trop importante de données avec une structuration certes ouverte mais sans repère, il ne permet pas un transfert d'information efficace et ne remplit plus sa mission pédagogique de construction de connaissances.*

Nous avons conscience de ces dangers, mais ils sont à critiquer selon deux situations d'évolution dans un système hypermédia. La consultation d'un hypertexte se fait soit par navigation, soit par recherche [Bro88]. Dans le premier cas, il s'agit d'aller « de où à quoi », et dans le second « de quoi à où ». Nous prétendons que la surcharge cognitive évoquée plus haut est quasiment effacée dans ce dernier cas. Certes, comme le rappellent Jean-François Rouet et André Tricot [Rou95], il n'y a pas un seul modèle de l'activité de recherche d'informations, mais une grande diversité, et pour chaque cas la modélisation cognitive doit être reconsidérée. Ces mêmes auteurs évoquent les 3 métaphores que l'on doit à Bernstein [Ber93], généralement employées pour caractériser le traitement d'informations documentaires[82] : (i) le travail de la mine (extraction d'informations), (ii) le travail de la manufacture (gestion industrielle), (iii) le travail du jardinier (entretien et culture). Si les deux dernières classes sont du ressort de l'auteur et du formateur en concertation, l'apprenant enfile

[81] Dans le domaine des logiciels grand public de soutien scolaire, Christophe Gazeau effectue dans le magazine *Multimédia & éducation* (N°4 – décembre 1997/janvier 1998) une étude comparative sur la « gestion difficile des erreurs » entre quatre logiciels :

- *Graines de génie*, distribué par Édusoft,
- *Adi*, distribué par Coktel,
- *Atout clic*, distribué par Hachette Multimédia Éducation,
- *Tim 7*, distribué par Ubi Soft.

L'auteur conclut qu'aucun produit (hormis éventuellement *Graines de génie*) ne pratique une réelle gestion des erreurs, à savoir « signaler l'erreur, donner une aide ou un indice, proposer une deuxième chance pour répondre, puis commenter précisément la réponse, bonne ou mauvaise ».

[82] Ces métaphores sont détaillées dans [Nan95].

quant à lui son habit de mineur, pour « aller au charbon »[83]. Pour l'aider dans cette tâche, nous proposons de :

- privilégier une **« recherche d'informations spécifiques »** à une « exploration d'un corpus d'informations »[84] de manière à cibler la stratégie de l'apprenant,
- **limiter les niveaux hypertextuels** à trois nœuds maximum, de manière à éviter la désorientation de l'apprenant tout en conservant une relative complexité des informations, qui existe de fait,
- introduire systématiquement **un élément de réponse** dans la mine par rapport à l'activité pédagogique en cours, de manière à maintenir la motivation de l'apprenant à poursuivre son activité de recherche.

Nous misons sur le fait que l'exploration d'un hyperdocument est facilitée lorsque l'apprenant y recherche une information bien définie. Quelques travaux de recherche le confirment [Zel97].

II.2.3 Personnaliser les parcours pédagogiques

Le formateur souhaite (B_{fo}^5) pratiquer une pédagogie adaptée à l'apprenant (spécificités (cognitives et comportementales, préférences pédagogiques, etc.). De son côté, l'apprenant désire exprimer ses besoins (tout au moins exprimer son accord sur les objectifs pédagogiques) à l'initialisation de la formation, notamment en ce qui concerne son parcours (cf. B_{ap}^2). Les deux cas relèvent de la personnalisation du parcours pédagogique.

II.2.3.1 Le dilemme de la personnalisation

La question est de savoir jusqu'où il faut aller dans cette démarche à la rencontre de l'apprenant et de ses spécificités. Il n'y a pas de réponse à la fois simple et complète. Les éléments à prendre en compte sont en effet nombreux[85] :

- attentes professionnelles et personnelles, explicites et implicites vis-à-vis de la formation,
- niveau d'éducation,
- profil cognitif[86] et stratégie d'apprentissage,
- prédominances hémisphériques,
- canaux de perception et de représentation[87],
- etc.

Mais il y a un **risque** à trop systématiser la différenciation entre chaque apprenant, comme l'explique Philippe Meirieu [Mei87] :

---

[83] N'est-ce pas en effet l'état d'esprit général, en conviendra le lecteur, lorsque nous entamons une recherche documentaire sans garantie d'aboutir ?
[84] Selon la classification de Rouet et Tricot (*ibid.*).
[85] Le lecteur trouvera une liste plus exhaustive et détaillée dans l'article de Xavier Kremer, *(Trans)-formation de l'apprenant et qualité de la formation*, paru dans le numéro 147/2001-2 de la revue Education Permanente, pp.87-97.
[86] Voir à ce sujet l'ouvrage de M.Huteau, *Les conceptions cognitives de la personnalité*, PUF, Paris, 1985.
[87] La Programmation Neuro-Linguistique (PNL) distingue 3 canaux principaux : visuel, auditif et kinesthésique. Voir le chapitre xx pour plus de détails.

> *[…] à trop respecter les stratégies individuelles, ne risque-t-on pas l'enfermement, l'appauvrissement méthodologique de l'individu, une intolérance inquiétante à toute proposition légèrement décalée et qui pourrait être systématiquement rejetée ?*

Sans être aussi pessimistes, nous gardons simplement à l'esprit le caractère « autonomisant » de la formation en entreprise : elle doit être l'occasion pour l'apprenant de s'ouvrir à de nouvelles pratiques, de gagner en niveau de responsabilité. La différenciation est également un frein au développement d'une méthodologie à la fois pertinente pour tous et économiquement industrialisable. Pour ces raisons, nous nous concentrons sur les attentes explicites et implicites de l'apprenant tout en gardant une souplesse de notre dispositif de formation et un équilibrage des médias, pour susciter le désir et le plaisir d'apprendre chez tous les apprenants.

Mais l'apprenant n'est qu'un maillon de la **chaîne qualité de la formation**. Il faut clarifier la pertinence collective des prestations de chacun afin de développer la responsabilité solidaire de l'ensemble des acteurs de la chaîne de la formation [Masingue, éducation permanente N° 147]. Cela passe par une contractualisation entre les acteurs.

II.2.3.2 Éléments de contractualisation entre les acteurs

Quelles relations faut-il contractualiser ? Pour répondre à cette question, il est nécessaire d'établir une modélisation de ces relations. Elles peuvent s'envisager selon une double approche : le triangle des processus, intime à la relation pédagogique entre le formateur et l'apprenant, et le triangle des objectifs, qui élargit la vision inter-relationnelle aux autres acteurs.

II.2.3.2.1 Le triangle des processus

Dans une tentative de définition de la relation pédagogique, on hésite souvent entre des termes qui semblent similaires ou approchants : l'entretien des connaissances, l'apprentissage, la formation. En fait, ces notions sont toutes parties constituantes de la relation pédagogique, chacune selon un processus défini, mais qui ne peut à lui seul la définir complètement. Nous proposons un triangle des processus inspiré du modèle de Jean Houssaye (en redéfinissant un des processus) [Hou93].

Nous identifions trois processus (cf. Figure 14) :

- **former**, qui caractérise l'axe formateur–apprenant,
- **apprendre**, qui caractérise l'axe apprenant–savoir,
- **entretenir**, qui caractérise l'axe formateur–savoir.

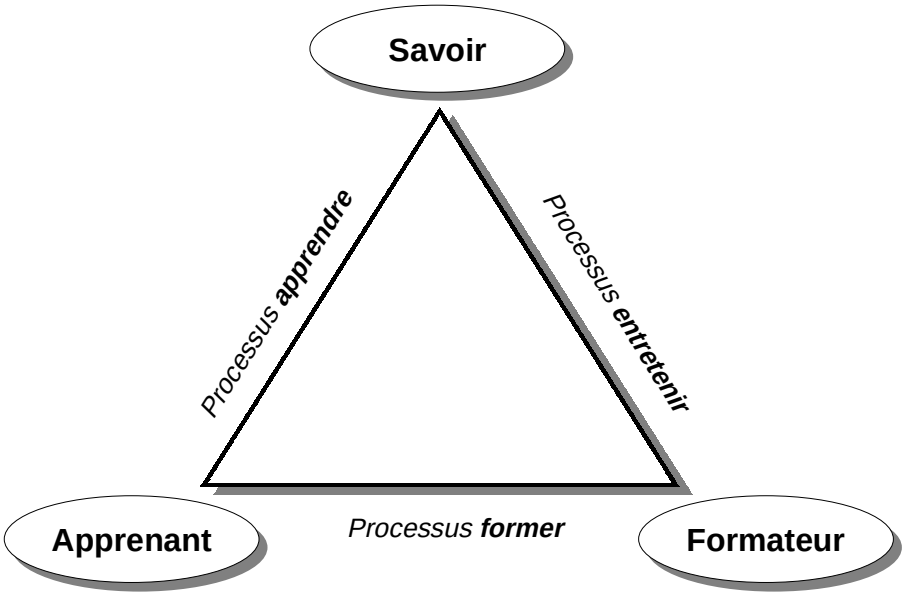


Figure 14. Le triangle des processus

Houssaye définit la situation pédagogique sur le mode du tiers-exclu : jugeant nécessaire de privilégier l'un des axes, au détriment des deux autres. Mais alors, quel processus privilégier ? Nous pensons au contraire que les trois processus sont **complémentaires**, et doivent trouver leur place dans le déroulement de la formation. Peut-on définir des moments attribués aux différents processus ? Comment construire alors le dispositif de formation ? Les réponses à ces questions relèvent de la mise en œuvre pédagogique, que nous aborderons en partie III du mémoire.

Cette vision ternaire de la relation pédagogique néglige la notion d'objectif, seule apte à faire émerger le besoin de contractualisation entre les acteurs de la formation.

II.2.3.2.2 La pyramide des objectifs

La littérature nous offre de nombreux modèles du processus de formation en entreprise mettant en jeu les 3 acteurs naturels que sont l'apprenant, le formateur et le manager [Bar95], [Gal78], [Car92]. Il faut rajouter à ces schémas relationnels l'expert du domaine et l'auteur des supports pédagogiques, puisque la plupart du temps cette modélisation suppose des contenus de formations déjà conçus et disponibles, ce qui ne va pas, hélas, dans le sens de la chaîne qualité déjà évoquée [Mas01].

Le modèle triangulaire devient donc pyramidal, les acteurs représentant les 5 extrémités (nous avons naturellement placé l'apprenant au sommet de la pyramide) comme le montre la Figure 15. Chaque arête correspond à un objectif :

- l'axe manager–expert : il porte des **objectifs de capitalisation des savoir faire.** En quoi le savoir faire détenu immatériellement par l'expert va-t-il, en s'exprimant, enrichir de manière pérenne le capital compétence de l'entreprise ?

- l'axe expert–auteur : il porte des **objectifs d'expression** (par la maïeutique)**, de validation et de mise à jour des contenus.** Comment l'auteur « accouche-t-il » l'expert ? Comment l'expert valide-t-il les contenus mis en forme par l'auteur ?
- l'axe auteur–formateur : il porte des **objectifs d'appropriation des supports** : quels degré de liberté l'auteur laisse-t-il au formateur afin qu'il s'approprie les supports de formation ?
- l'axe formateur–manager : il porte des **objectifs métiers** : quels sont les métiers de l'entreprise ? Quels sont les déficits de compétence ? Quelles sont les formations prioritaires à déployer ?

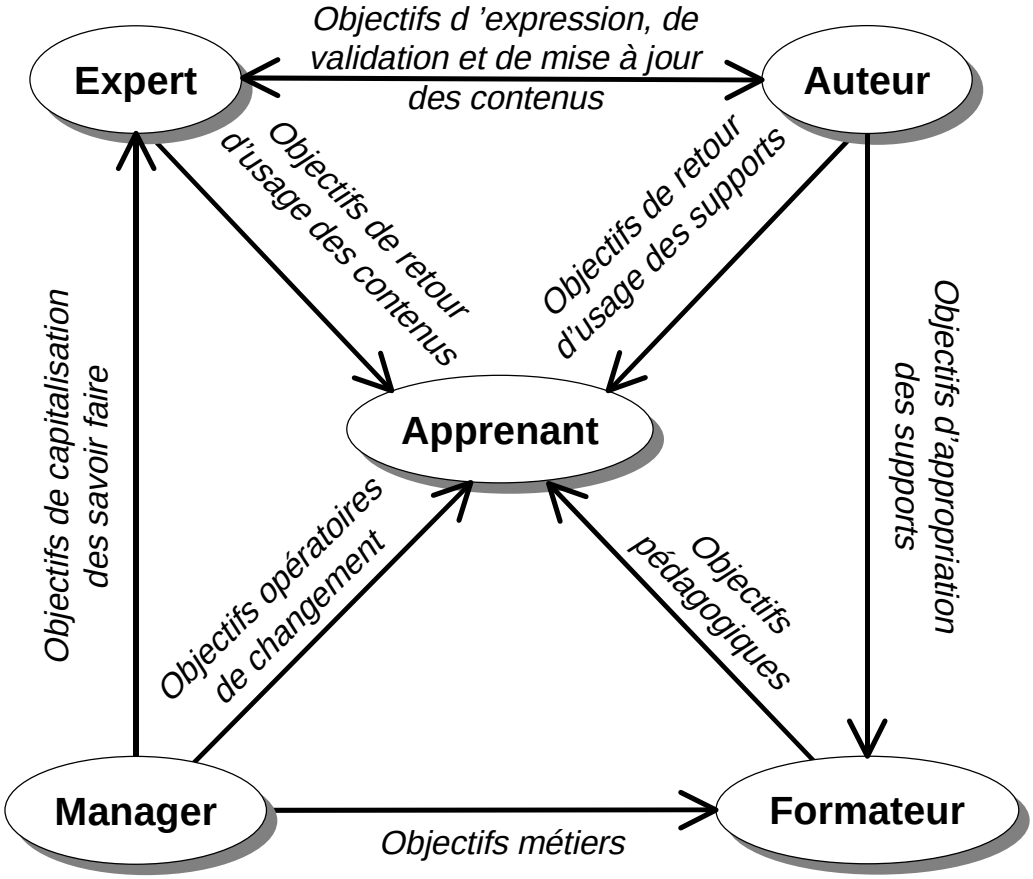


Figure 15. La pyramide des objectifs (vue de dessus)

Les 4 autres objectifs sont centrés sur l'apprenant :

- l'axe manager–apprenant : il porte des **objectifs opératoires de changement.** Qu'attend le manager de l'apprenant en terme de changement (niveau de responsabilité, mise en œuvre des nouvelles compétences, mobilité interne[88]) ? En retour, quels changements attend l'apprenant à l'issue de la formation vis-à-vis de sa reconnaissance par l'encadrement ?
- l'axe expert–apprenant : il porte des **objectifs de retour d'usage des contenus.** En quoi les comportements de l'apprenant sont-ils capitalisés pour améliorer les contenus de formation ?
- l'axe auteur–apprenant : il porte des **objectifs de retour d'usage des supports.** Comment l'interactivité de l'apprenant est-elle prise en compte afin de mesurer la qualité des interfaces ?

[88] Désigne un changement de poste de travail au sein de l'entreprise.

- l'axe formateur–apprenant : il porte des **objectifs pédagogiques**. Qu'attend-on de l'apprenant au terme de la formation en terme d'acquis, de compétences ?

En toute rigueur, chacun de ces axes appelle une **contractualisation**. Ainsi pourrait-on préconiser la signature de « contrats d'objectifs » [Bar95] entre les acteurs pris deux à deux. Mais cette pratique n'est pas souhaitable (elle impliquerait 8 contractualisations !), et somme toute pas nécessaire. En effet, l'engagement des acteurs ne doit pas se parcelliser en relations bipolaires, mais trouver sa force dans l'engagement collectif.

C'est pourquoi nous définissons deux types de contrats, nommés « engagements tripartites » [Gal01] : l'un est conclu entre le formateur, l'auteur et l'expert, définissant les règles de développement et d'entretien du dispositif de formation. Il s'inscrit dans la durée, à la manière d'une charte classique de collaboration entre les acteurs. L'autre est conclu entre l'apprenant, le formateur et le manager, définissant l'organisation et les résultats attendus de la formation. Il est propre à chaque action de formation, voire à chaque apprenant si nécessaire. Ce dernier est intéressant à détailler ; il constitue le contrat pédagogique de la formation.

II.2.3.2.3 Le contrat pédagogique

Si la notion de **contrat pédagogique** n'est pas nouvelle[89], elle n'en reste pas moins indispensable à l'initiation d'une action de formation responsabilisant chacun des acteurs, facteur clé de succès. C'est l'américain M.Knowles qui en a posé les bases d'application méthodologique pour des contextes d'autoformation dans les années 1970 ; ainsi écrit-il :

> *Le contrat pédagogique, point de mire de l'apprentissage autodirigé, est un moyen d'harmoniser les nécessités du poste et les buts de l'entreprise avec les objectifs et buts personnels de l'individu. Il rend visibles les responsabilités mutuelles du manager, de l'employé et de celui qui est responsable de la facilitation de la formation en ce qui concerne l'atteinte des objectifs. (M.Knowles & Associates, Andragogy in action, Jossey-Bass, 1984)*

On trouve de nombreux exemples de contrats pédagogiques dans des contextes d'autoformation, comme dans [Car92]. Ceci n'est pas anodin : la contractualisation prête un cadre tout à fait utile dans les pratiques d'apprentissage auto-dirigé. Notre proposition méthodologique n'en est pas si éloignée, nous allons le voir.

Concrètement, le formateur dispose avec les diagrammes cause-effet d'un matériau de qualité pour établir des parcours de formation. Pour personnaliser un parcours pédagogique, l'apprenant, sa hiérarchie directe au sein de l'atelier de production (le manager) et le formateur rédigent ensemble le contrat pédagogique propre à l'action de formation, en définissant :

- les attentes de l'apprenant quant à sa formation, en termes d'organisation pratique, d'objectifs ou de reconnaissance de ses nouvelles compétences (évolution de sa carrière professionnelle),
- les attentes de la hiérarchie : résultats attendus, critères de validation,
- les modalités pratiques de la formation (durée, lieu(x), planning de base),
- son organisation pédagogique (méthode et moyens mis en œuvre),

[89] On en trouve les racines dans les travaux de formateurs français des années 1950. (voir à ce sujet l'ouvrage de Burguière et al., *Contrats et éducation*, l'Harmattan, 1987)

- la liste des compétences cibles retenues ainsi que leurs « spécifications » : ce sont les scores à obtenir pour l'apprenant au cours d'un test multimédia à l'issue de sa trajectoire de formation,
- les modalités de mise en pratique directe des enseignements sur le poste; c'est un engagement pris par le manager,
- le choix des critères d'évaluation (théorique et pratique) de la formation.

Nous répondons ainsi clairement à des besoins identifiés chez plusieurs acteurs : B_{ap}^{2}, où **l'apprenant exprime ses attentes à travers la construction du contrat** (c'est d'ailleurs son objectif principal) ; B_{ap}^{3} et B_{fo}^{1} en partie, mais surtout B_{fo}^{3}, puisque le désir et la **démarche volontariste** d'apprendre naissent nécessairement à partir des objectifs que l'apprenant s'est fixés en concertation avec ses partenaires de formation (c'est bien ainsi qu'il faut considérer le formateur et le manager) ; B_{ma}^{1} enfin, car le contenu de la formation est décidé **« sur-mesure » pour chaque contrat**, en accord avec les attentes du manager.

Apprenant : M. LENOIR **Formateur(s) :** BERGER Jean-Luc

Manager : Me BLANC (RUP)

Intitulé de la formation Le clean concept à TIV

Compétences Cibles retenues :

1. Mettre les chaussures Salle Propre
2. Mettre la tenue Salle Propre
3. Communiquer en Salle
4. Porter le masque et les gants
5. Nettoyer son poste de travail
6.
7.

Organisation pratique de la formation : Sur poste multimédia en salle propre
3 séances de 1h30

Date de démarrage de la formation :	Date de prise complète du poste :	Date d'évaluation au poste :
15/1/01	25/1/01	15/2/01

Modalités de mise en pratique sur le terrain *(engagement du manager) :* La charge de travail de M.LENOIR sera aménagée le temps de la formation (4h30 libérées)

Modalités d'évaluation sur le poste : Respect des règles comportementales en vigueur à TIV ; observation du nettoyage du poste par le formateur et le STP sur la période du 25/1/01 au 15/2/01

Attentes de l'apprenant	Attentes du formateur	Attentes du manager
Je souhaite obtenir une habilitation au travail en Salle Propre.	Tester le mode briefing–débriefing avec le module SIMPA du clean concept	Garantir la compétence des personnes en Salle Propre ; actualiser la grille de polyvalence
Signature	***Signature***	***Signature***

Figure 16. Modèle de contrat pédagogique pour une formation au poste de travail

Ainsi, le contrat est l'élément fédérateur qui donne à la fois les grandes orientations et les aspects pratiques de la formation. Plus qu'un simple outil d'aide à l'évaluation interactive (comme suggéré dans [Per98]), il est le garant de la cohérence et de la prise en considération de la formation.

II.2.3.2.4 Le carnet de route

Suite à l'entretien pédagogique, il reste à matérialiser la trajectoire de formation définie. C'est le rôle du **carnet de route**, rédigé par le formateur et validé par tous les acteurs. Indifféremment construit sous forme électronique ou papier, il est constitué du contrat pédagogique, du contenu de toutes les compétences cibles retenues et des éventuelles feuilles de relevés relatives aux procédures d'évaluation associées. Si la formation nécessite plusieurs formateurs (formateur interne, techniciens, ou opérateurs habilités), la question se pose, pour chaque compétence cible, de savoir qui va intervenir et à quels moments. Ces informations

viennent compléter le carnet de route ; elles précisent clairement la répartition des rôles de chacun. Plus qu'un simple apparat de mise en forme, ce carnet est un véritable outil de personnalisation de la formation. En effet, si nous procédons selon le modèle des stocks (de compétences cibles, de contenus via les diagrammes cause-effet, de procédures d'évaluation), c'est la combinaison originale de tous ces éléments en fonction de la situation de formation qui va assurer la personnalisation du parcours pédagogique de l'apprenant. De plus, le carnet de route peut contenir des éléments spécifiques si besoin : nouvelles compétences cibles, contenus approfondis ou allégés, évaluation spécifique à l'apprenant, etc.

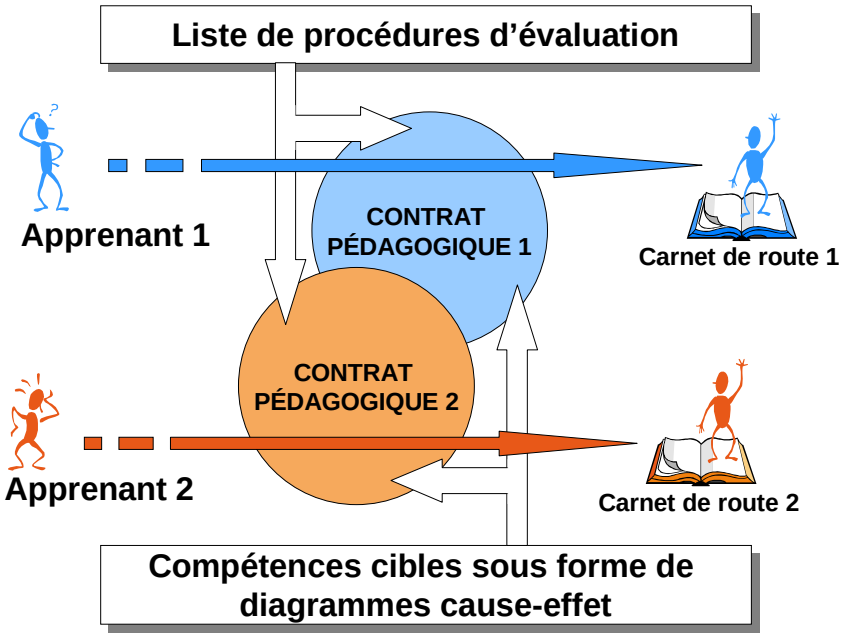


Figure 17. Personnalisation de la formation

S'il est sous forme papier, le carnet de route est remis à l'apprenant, qui en est le propriétaire ; au cours de la formation, il l'utilise pour prendre des notes, répondre à des questionnaires, ou reporter des éléments d'évaluation. Si le carnet est sous forme électronique, il est hébergé sur le réseau d'entreprise ; protégé par un mot de passe, seuls l'apprenant et le formateur y ont accès. Le contrat pédagogique est alors également généré informatiquement ; un espace de prise de notes est en outre réservé à l'apprenant. Dans tous les cas, le carnet de route est le véritable outil de suivi de la formation.

II.2.4 Modéliser la conception des supports

La modélisation de la création des environnements multimédias de formation repose d'une part sur la prise en compte de règles ergonomiques simples, d'autre part sur la réutilisation systématique des architectures informatiques.

II.2.4.1 Quelques règles de conception

Outre les recommandations déjà énoncées pour équilibrer les médias et les modalités hémisphériques, on trouve dans la littérature de (très) nombreuses « règles d'or » de

conception et d'ergonomie des Interfaces Homme-Machine (IHM), dont le nombre de critères à prendre en compte est inversement proportionnel à leur aspect fonctionnel : 10 principes heuristiques chez [Nie94], 18 règles ergonomiques pour [Bas94] et [Tri97], jusqu'à 3000 critères (!) dans le guide de Vanderdonckt [Van94]. Nous préférons exploiter des règles génériques simples, à l'image de celles énoncées par Joëlle Coutaz [Cou90], sur :

- la **cohérence** : les mêmes actions doivent produire les mêmes résultats dans des contextes similaires,
- la **concision** : il ne faut pas en dire plus que nécessaire, ni dépasser les limites d'assimilation humaine[90],
- les **retours d'information** : il faut adapter les messages de notification et les feed-back au contexte,
- la **structuration des activités** : donner une organisation claire au système,
- la **flexibilité** : préserver des espaces de contrôle pour l'utilisateur.

Toutes ces considérations s'inscrivent dans une chaîne qualité globale du dispositif de formation. Il s'agit de garantir la **crédibilité du système** [Fog99] selon quatre facettes :

1. Crédibilité du **produit** : c'est l'aspect subjectif de sa forme, sa présentation
2. Crédibilité de **l'interface** : ne pas décevoir l'utilisateur dans ses attentes
3. Crédibilité **fonctionnelle** : quelles sont les possibilités offertes par le système ?
4. Crédibilité des **informations** : quelles sont les éléments de référence ? Y a-t-il des contradictions ou faiblesses dans le contenu ?

II.2.4.2 Réutiliser nos modèles génériques

Dans une entreprise, quel meilleur moyen de familiariser les apprenants avec leur outil d'apprentissage multimédia, que de garder pour n'importe quelle formation au poste (du moins pour n'importe quelle formation effectuée sur supports multimédias) la même structure générique de ces outils ? Non seulement cela contribue à l'acceptation de tels outils par les apprenants, mais c'est également un excellent moyen de conserver de faibles coûts et des délais réduits de conception des supports multimédias. Rappelons ici que le contexte industriel impose en toile de fond la rentabilité de chaque action engagée.

Bien connue des informaticiens, la « réutilisation » [DAO01] de tout ou partie d'un programme (à commencer par le basique « copier/coller » de nos traitements de texte) est l'apport évident de l'informatique aux activités de conception et de mise en forme. Ici, la **généricité** consiste en un modèle de contrat à remplir, une bibliothèque d'activités pédagogiques directement réutilisable, et un fichier modèle de ressources à compléter.

Ainsi :

- l'apprenant qui a déjà suivi une formation au poste avec ces modèles les intègrera plus rapidement (B_{ap}^4),
- le formateur n'aura qu'un seul type d'environnement à maîtriser ; les freins à l'apprentissage seront diminués (B_{fo}^1),

[90] Nous adoptons à ce propos la « règle des 7 » [Boy88], communément admise. Elle préconise une limitation à 7 items sur un écran (liste, menu, etc.) de manière à en autoriser la perception globale (HD) par l'apprenant.

- l'auteur aura un temps de conception des supports grandement diminué (B_{au}^1) et saura facilement mettre à jour les contenus (B_{au}^2),
- le manager aura la garantie de formations « juste à temps » (B_{ma}^2) et à moindre coût (B_{ma}^3).

II.3 Mise en œuvre pédagogique

D'un côté, l'apprenant souhaite une formation proche de son environnement de travail (contenus, ressources et modes pédagogiques ; cf. B_{ap}^1). Nous avons vu comment lui proposer des contenus adaptés. Qu'en est-il des modes pédagogiques et des ressources ? D'un autre côté, l'enjeu du formateur est à la fois de surmonter les freins à l'apprentissage chez l'apprenant adulte (B_{fo}^1) et concentrer son action plus sur la médiation pédagogique que sur l'exposition des connaissances selon un mode magistral (B_{fo}^4). Comment y parvenir ? Enfin, le manager souhaite une efficacité maximum de la formation pour un coût de conception et de mise en œuvre minimum (B_{ma}^3).

Tous ces besoins semblent contradictoires. On peut cependant trouver des modes d'organisation pédagogique qui les satisfont ; nous avons retenu celui de la double alternance : entre la formation théorique et la mise en pratique d'une part, entre des modalités de dialogue formateur–apprenant synchrone et asynchrone d'autre part. De plus, la mise en œuvre pédagogique doit aussi se traduire par la pratique continue de la médiation[91] entre l'apprenant et l'objet de l'apprentissage.

II.3.1 Alternance théorie / terrain

Si le cadre de notre étude n'englobe pas ce que l'on appelle les « formations-actions »[92], nous en reprenons un des préceptes fondateurs, celui d'une alternance constructive entre situation de travail et compétence. Idéalement, la formation pour une personne nouvelle sur un poste de travail doit intervenir après un certain temps de pratique, fonction de la nature et de la criticité de ce poste. L'apprenant en ressentira d'autant plus un besoin de formation formalisée (en lien avec B_{ap}^3 et B_{fo}^3), puisque auront surgi des questions, des remarques et des besoins d'explication contextuelles. Nous prétendons qu'une partie de la formation traditionnelle de type métier ou compagnonnage reste toujours valable. Quelles que soient les modalités des séquences de formation théorique, les retours sur le poste constituent pour l'apprenant autant de « respirations » dans son apprentissage : **cette variation des stimuli évite la surcharge cognitive**. Cependant, afin de garder un lien étroit entre la théorie et la pratique, il est préférable d'en minimiser la distance (à la fois physique et temporelle) ; ainsi, le formateur doit pouvoir dispenser systématiquement la formation en atelier. L'aspect « service » à l'apprenant est clairement manifesté, en venant le trouver dans son environnement de travail. Dans les entreprises industrielles, le fait de se déplacer dans les ateliers est à la fois un symbole et une rupture avec les pratiques habituelles.

[91] Voir la définition au chapitre xx.

[92] Egalement appelée « formation en alternance » ou « formation qualifiante », voire « diplômante », la formation-action est un élément de la formation continue en entreprise. Elle accroît la base de connaissances des travailleurs en liaison directe avec les caractéristiques de leur environnement professionnel.

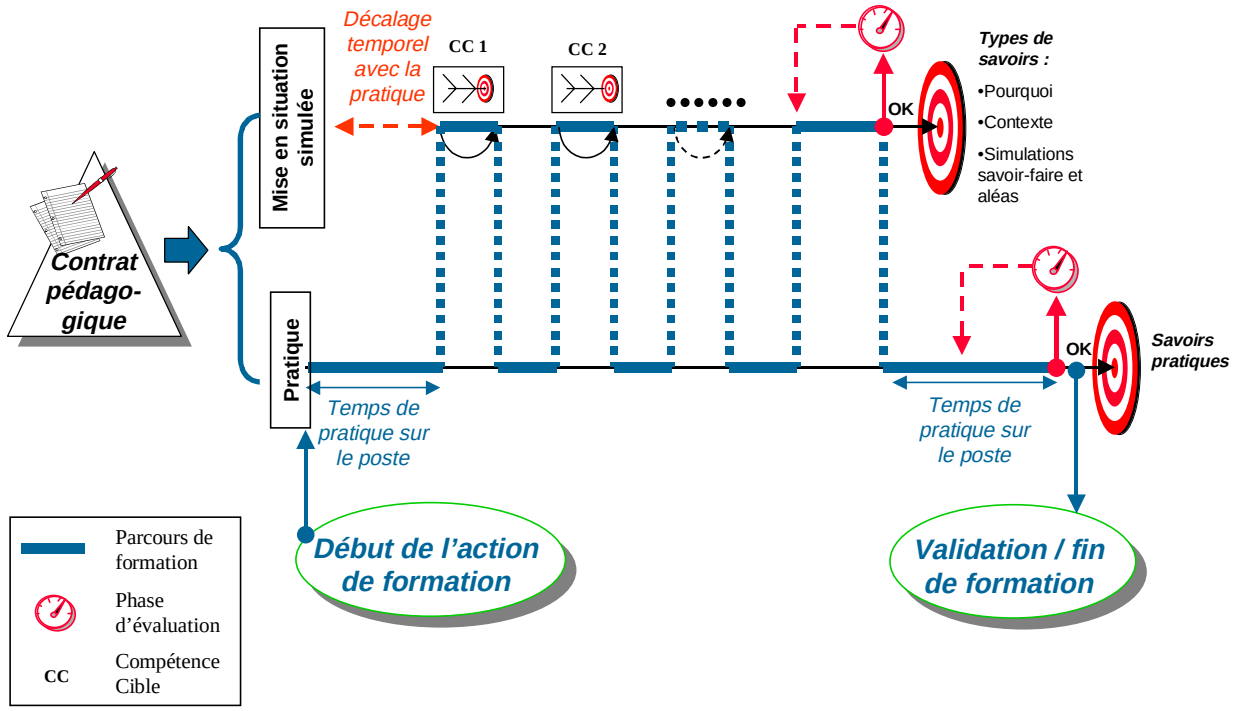


Figure 18. Organisation des formations en alternance pratique / théorie

La Figure 18 retrace l'alternance nécessaire entre la pratique et la mise en situation simulée lors de la formation. Les phases d'évaluation mentionnées sont spécifiques à chaque période de formation : l'une porte sur les savoirs théoriques (sur support multimédia), l'autre sur la pratique au poste de travail ; elles seront détaillées au dernier chapitre de cette partie.

II.3.2 Alternance synchrone / asynchrone

Le développement d'une compétence sur un poste implique de favoriser l'autonomie de l'apprenant :

- en situation de travail, puisque l'opérateur doit être apte à travailler seul et à faire de la qualité, en régulant son comportement et ses actions de manière à produire en conformité **en toute situation,**
- en situation d'apprentissage, où l'autonomie est reproduite par des pratiques **d'autoformation**[93]**.**

Mais nous avons vu dans la première partie de ce mémoire que l'autoformation, si elle nécessite le projet de l'apprenant et la contractualisation entre les acteurs, requiert également une ressource tutorale. Nous ne la supprimons pas, mais l'enjeu est d'en garder la « substantifique moelle », en accord avec les besoins du formateur (rappelons ici B_{fo}^{4}, où le rôle du formateur est plus d'encadrer l'apprenant que de « l'enseigner »).

[93] Le carnet de route contient des prémices de cette pratique, par des questions ouvertes auxquelles l'apprenant est amené à réfléchir seul. En outre, ce dernier a la responsabilité de contacter ses interlocuteurs dans l'atelier dès qu'il en éprouve le besoin.

Tout en conservant le schéma éprouvé de la planification de la formation en une série de « séances », où apprenant et tuteur se retrouvent, nous proposons pour développer l'autonomie de l'apprenant, la mise en place de séquences[94] asynchrones.

II.3.2.1 Le modèle du briefing–débriefing

Pour définir quel mode pédagogique peut répondre de la meilleure manière à tous les besoins des acteurs, nous nous sommes basés sur les préceptes du jeu pédagogique d'entreprise[95]. Dans une formation de ce type, outre les phases d'accueil et d'évaluation, on peut décrire l'animation pédagogique par le cheminement suivant [Gib93], [Akk96] :

1. **la mise en place** d'une séquence du jeu : l'animateur présente le scénario et les rapports entre les acteurs,
2. **l'exploitation** du jeu par les participants (mise en situation, décision, action),
3. **la séance de mise au point** : les apprenants découvrent mutuellement la variété des réactions du groupe face à une situation similaire. L'animateur récapitule l'expérience acquise, reformule clairement les concepts, et répond aux interrogations des apprenants, en y associant de nouvelles illustrations. C'est au cours de cette étape, à travers un débat, que les apprenants s'approprient la connaissance.

Un jeu comporte ainsi un certain nombre de séquences (une dizaine) organisées selon ce modèle. Comme évoqué par [Pre97], nous réinvestissons ces principes pour construire le modèle pédagogique du briefing–débriefing. Ainsi, le rôle du formateur dans les séquences asynchrones de la formation théorique rejoint celui de l'animateur du jeu d'entreprise : **encadrer la formation**, par une séquence introductive, qui pose les objectifs de la séance et les moyens pour les atteindre (le briefing), et par un bilan final, pour discuter, récapituler, et vérifier l'atteinte de ces objectifs (le débriefing). Entre ces deux séquences, le formateur se met en retrait, de manière à garantir un apprentissage en autonomie par l'apprenant[96].

[94] Nous nommons « séquence » une partie de la séance de formation.

[95] Réunissant plusieurs équipes autour d'un plateau de jeu (concret ou informatisé), et encadrées par un « animateur », le jeu d'entreprise est une simulation stratégique des problèmes de concurrence où les dimensions de l'espace et du temps sont contractées. On pourra consulter à ce sujet [Bev86] ou [KFL60].

[96] Cela ne suppose pas pour autant un abandon pédagogique de l'apprenant pendant cette phase ; nous allons le voir au chapitre suivant.

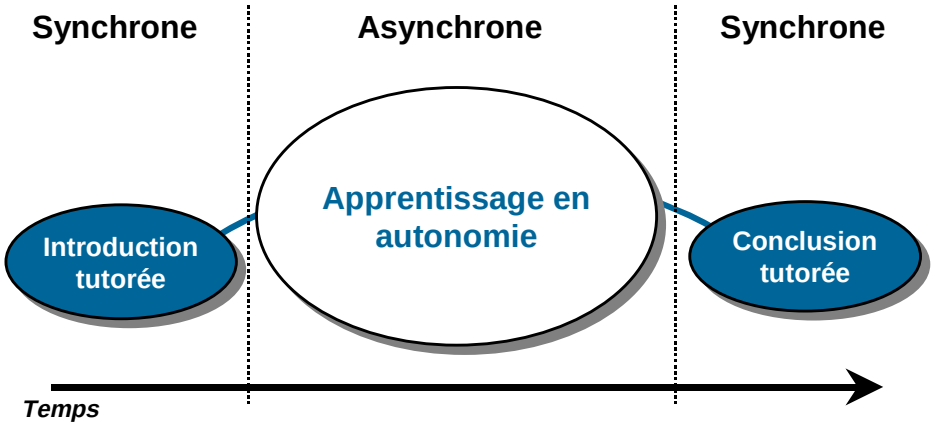


Figure 19. Le modèle pédagogique du briefing–débriefing

Ce modèle est d'autant plus recommandable que le formateur est interne à l'entreprise et que la formation n'est pas sa principale mission. Le gain de temps occasionné pour lui peut aller jusqu'à la moitié du temps total de la séance.

Voici les quelques facteurs de réussite identifiés pour la mise en place de ce mode d'encadrement pédagogique :

- **l'acceptation par l'apprenant** de rester seul (ou en groupe) pendant un certain temps, sans la présence rassurante du formateur, qui doit pour sa part accepter de perdre sa « toute-puissance » d'enseignant,
- l'instauration effective d'un **mode de dialogue asynchrone** de communication entre l'apprenant et le formateur pendant la phase centrale,
- la **qualité des ressources didactiques** mises à la disposition de l'apprenant pendant sa phase d'autonomie,
- la conservation de la **trace des actions et du comportement** de l'apprenant pendant cette phase, pour que le formateur puisse pratiquer un débriefing efficace et adapté (en lien avec B_{fo}^{3}),
- l'organisation de **courtes** séances de formation (1h30 semble un maximum),
- le respect global de **l'équilibre entre les 3 séquences** : la moitié consacrée au briefing et au débriefing, l'autre moitié à l'apprentissage en autonomie.

Enfin, la **pratique de la médiation** est le facteur clé de succès du briefing-débriefing. La relation ternaire entre l'apprenant, le formateur et le savoir est en constante recherche d'équilibre (cf. le triangle des processus en Figure 14) ; la médiation représente cet équilibre. Elle est en quelque sorte le « méta-processus » par lequel chaque pôle du triangle doit chercher à atteindre l'autre en s'appuyant sur le troisième. Si elle n'est qu'un des 3 axes du triangle pédagogique, la relation apprenant–formateur n'en demeure pas moins déterminante pour la réussite de la formation. La communication synchrone en face à face reste aujourd'hui la meilleure d'un point de vue pédagogique. Elle suppose en effet une interactivité naturelle (à condition bien sûr de la susciter), une qualité d'échange adaptatif[97] incomparable (le

[97] Une interface adaptative incorpore un modèle de l'utilisateur (ici l'interlocuteur) lié avec des procédures dynamiques d'adaptation à cet utilisateur. En comparaison, l'interface adaptable est figée par défaut, elle propose des options d'adaptation, modifiées intentionnellement par l'utilisateur.

« processeur humain »[98] [Ost99] restant encore bien plus adaptatif que celui des machines). Il convient donc, tout en limitant au mieux la présence du formateur, de conserver ces échanges « en direct ». Mais la médiation ne doit pas se limiter à la phase synchrone de la formation ; elle doit également pouvoir être pratiquée **en l'absence du formateur**, durant la phase d'apprentissage en autonomie par l'apprenant.

II.3.2.2 La pratique de la médiation

Le professeur Reuven Feuerstein a développé dans les années 1940 une théorie de la **« modifiabilité cognitive structurale »** (MCS), issue d'expériences répétées sur des enfants. Il prétend que l'être humain, quels que soient son âge ou sa condition, est modifiable du point de vue émotionnel, comportemental et intellectuel. Cette théorie est aujourd'hui scientifiquement prouvée grâce aux récents apports de la science neurologique : des études ont montré que la diversité de nos activités intellectuelles, cognitives et émotives modifient structurellement le fonctionnement du cerveau[99] [Feu01]. La modifiabilité cognitive trouve son application dans la pratique du Programme d'Enrichissement Instrumental (PEI) [FRR88].

Inspiré des épreuves des tests d'intelligence non verbaux, le PEI procède à la modifiabilité cognitive par un processus de « remédiation ». Son but est d'améliorer les compétences instrumentales de l'élève en vue d'accroître ses capacités d'apprentissage :

- corriger les fonctions cognitives déficientes,
- faire acquérir les concepts, le vocabulaire, les relations, les opérations qui sous-tendent les activités mentales,
- développer la motivation personnelle à un fonctionnement mental adapté et favoriser le recours systématique à un traitement intellectuel des problèmes,
- faciliter la prise de conscience des processus de son propre fonctionnement mental,
- proposer une activité qui développe la motivation à réussir,
- permettre l'autonomie du comportement en évitant les attitudes passives ou simplement réceptrices, et en favorisant les attitudes actives et créatrices.

Le PEI comprend plus de 500 exercices regroupés à l'intérieur de 14 instruments présentés sous forme d'exercices papier-crayon de difficulté progressive ; ils ne nécessitent aucune connaissance scolaire ou technique. Ce sont : 1) organisation de points, 2) orientation spatiale I, 3) orientation spatiale II, 4) comparaison, 5) perception analytique, 6) classification, 7) relations familiales, 8) relations temporelles, 9) progression numérique, 10) consignes, 11) syllogismes, 12) relations transitives, 13) représentation, stencils et design, 14) illustrations ou histoires sans parole.

Développé en France par l'Université de Paris V, qui y a substitué un PEM (Programme d'Entraînement à la Mobilité) adapté à l'entreprise, cet outil est arrivé en France en 1983 dans les sections d'éducation spécialisée - SES aujourd'hui devenues SEGPA- de l'Education Nationale, puis à partir de 1986 pour la formation continue. Le PEI demande une solide formation au médiateur qui l'utilise ; il ne doit pas s'intéresser pas à la « bonne réponse », mais aux stratégies mentales que chacun a mis en oeuvre pour se sortir de la situation de problème proposée par la tâche. Ce qui oblige à résoudre le problème en prenant conscience des actes de pensée demandés pour élaborer une réponse, de sa façon de travailler, de ses dysfonctionnements, de ses compétences. Ensuite, il faut trouver les mots pour les exprimer et les partager. Enfin, il faut se mettre en projet de réutiliser ces stratégies dans des situations de toutes sortes qui peuvent arriver et avoir ainsi une panoplie d'habitudes de pensée réutilisables selon le type de problème.

[98] Le lecteur pourra consulter pour plus de détails sur cette notion l'ouvrage visionnaire de Kennteh Craik, *The nature of explanation*, Cambridge UK : Cambridge University Press, 1943.

[99] Le professeur Feuerstein a rapporté le cas évocateur d'un jeune garçon de 16 ans, Alex, qui a montré après un long travail médiatisé, des capacités langagières et intellectuelles malgré une hémisphérectomie gauche.

Feuerstein définit des fonctions cognitives (par exemple : « le besoin de précision dans la collecte des données », « le besoin de planifier sa conduite ») à activer par le médiateur lors d'un apprentissage. Notre contexte n'est pas celui du PEI, où ces fonctions sont à réactiver *via* la médiation ; nous partons de l'hypothèse que les fonctions cognitives sont disponibles chez les apprenants, mais peu ou mal investies à cause de la nouveauté de la situation ou d'autres paramètres liés à l'environnement ou aux intentions de la personne. L'objectif du formateur est de solliciter ces fonctions cognitives pour que la tâche proposée puisse être accomplie avec succès.

Dès lors, on peut se demander comment pratiquer la médiation en situation concrète d'apprentissage, dans une relation pédagogique. Feuerstein nous révèle les actions du médiateur, qu'il classe selon les **« critères de la médiation »**. On compte douze critères, mais nous en retiendrons dix dans notre pratique, recomposés selon la classification d'Alain Moal en 3 types d'intervention [PEI90] :

1. **Interventions de repérage :**
- sur les objectifs pédagogiques (nécessaire réciprocité entre les objectifs de la formation et les attentes de l'apprenant),
- sur la signification de l'apprentissage (révéler l'intérêt du sujet de formation, le relier à un contexte connu),
- sur le parcours et les moyens employés (organisation pédagogique, usage des supports employés).

2. **Interventions de régulation :**
- maîtrise de l'impulsivité (laisser le temps de la réflexion),
- médiation de la concentration (pointer l'objet d'apprentissage),
- médiation de l'implication (proposer des activités : questionnement, recherche d'informations, reformulation),
- médiation de la planification (fragmenter la difficulté).

3. **Interventions de reconnaissance :**
- médiation du sentiment de compétence (signifier à l'apprenant qu'il est capable, qu'il a appris),
- médiation de la quête de nouveauté et de complexité (encourager l'approfondissement ou l'élargissement du contenu de la formation),
- gestion positive des erreurs (les utiliser pour faire progresser l'apprenant).

Ces interventions se font par le médiateur dès que le besoin s'en fait sentir, c'est-à-dire dès que l'apprenant rencontre des difficultés dans son apprentissage : incompréhension, blocage face à une difficulté, erreur lors d'un test, etc.

II.3.2.3 Un double niveau d'encadrement

Si chaque séance est encadrée pédagogiquement selon le modèle du briefing–débriefing, il est intéressant d'élargir cette structure. Ainsi, nous avons deux niveaux d'encadrement :

1. **Local**, au sein de chaque séance (voir ci-dessus)
2. **Global**, pour l'action de formation toute entière.

Dans ce second niveau, le briefing est constitué de l'entretien préalable entre tous les acteurs

de la formation, et concrétisé par le contrat pédagogique. Le débriefing est lui aussi organisé avec tous les acteurs ; il portera sur l'évaluation concertée des résultats à l'issue de la formation sur le poste[100].

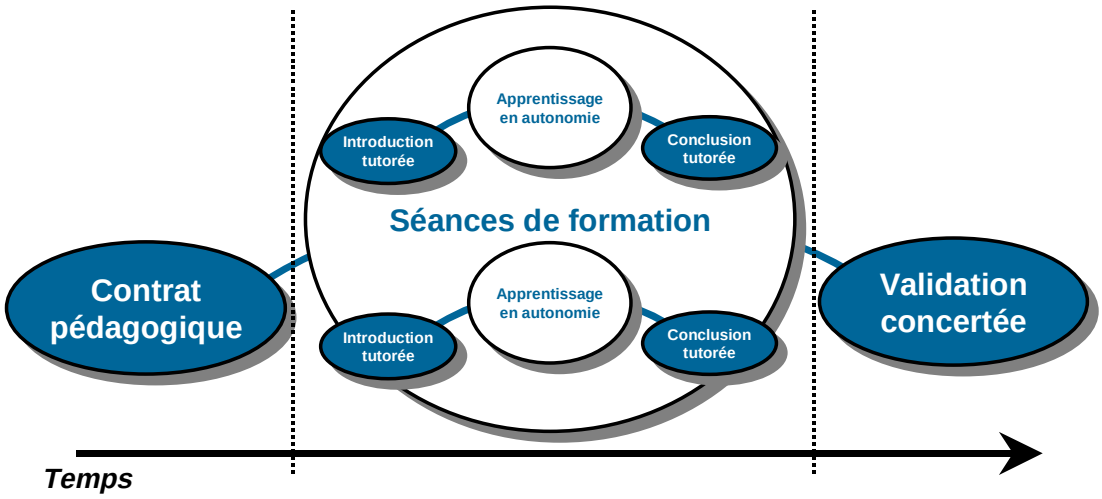


Figure 20. Double encadrement, local et global

II.3.3 Faciliter l'utilisation des supports

Notre contexte de recherche s'intéresse à des formations techniques d'opérateurs à leur poste de travail. Cette population d'apprenants est aujourd'hui en renouvellement. On trouve d'un côté les opérateurs expérimentés, à fort niveau d'ancienneté, mais pour qui l'informatique reste encore un univers méconnu ; de l'autre, des jeunes embauchés ou intérimaires inexpérimentés, mais pour qui l'utilisation des outils informatiques est presque naturelle, sinon séduisante. Il faut pouvoir trouver une réponse à ces différences pour garantir la motivation pour tous devant un outil d'apprentissage multimédia (c'est le besoin B_{ap}^{5}), qui plus est dans un contexte comme le nôtre, en autoformation encadrée. Pour cela, nous mettons à disposition de l'apprenant une séquence de familiarisation avec cet environnement.

II.3.3.1 Familiariser l'apprenant avec l'outil multimédia : le galop d'essai

Tous les apprenants n'étant pas égaux face à l'outil informatique, nous proposons systématiquement à l'apprenant, lors de la signature du contrat pédagogique, **un galop d'essai sur ces outils**.

Ce galop d'essai, effectué avec le formateur en préalable à la première séance de formation théorique, consiste pour l'apprenant à **découvrir son environnement de formation** multimédia : quelle est sa structure ? Comment y navigue-t-on ? Il ne porte sur aucun contenu « réel » (en terme de formation), mais sur un contenu « factice » (qui n'a aucun lien avec la formation). C'est d'ailleurs l'occasion de proposer un contenu totalement ludique, de façon à mettre en confiance et à motiver l'apprenant qui découvre son nouvel environnement. Certes

[100] Il est également envisageable de faire un premier débriefing partiel à l'issue des séances de formation théorique ; l'évaluation porte alors sur ces aspects uniquement.

le besoin B_{ap}[5] demandait idéalement l'absence de démarche initiatique pour l'apprenant ; nous pensons qu'elle est obligatoire dans certains cas. Une autre solution, sujet de récents travaux de recherche [Vau00], serait certes de développer une interface adaptative par génération dynamique. Nous écartons cette option, pour des raisons de coûts de développement et de délai de mise à disposition des produits.

Sans décréter le galop d'essai comme un facteur d'adhésion *sine qua non* au dispositif de formation, on peut y voir essentiellement un outil de **prise en main ergonomique**, afin d'éviter ce que Hugues Choplin et Arnaud Galisson appellent les « débordements de la didactique sur l'ergonomie ». Il s'agit d'éviter à l'apprenant des efforts « inutiles » (c'est-à-dire ne correspondant pas à l'objectif d'apprentissage) en terme de charge mentale, pour laisser l'entière place à des efforts « utiles » au processus d'apprentissage [CDG00]. S'il est difficile d'évaluer la proportion de temps passé à de tels efforts « inutiles », certaines études ont montré qu'elle ne saurait être négligée. Ainsi, Lise Desmarais et son équipe ont constaté, dans un contexte d'apprentissage des langues sur un environnement multimédia [DDLLR97] :

> *on peut penser que les sujets consacrent environ le quart de leur temps à des activités qui visent principalement la maîtrise de l'environnement plutôt qu'à un apprentissage centré sur les objectifs du programme. Le temps de familiarisation est un aspect dont le concepteur doit tenir compte dans le développement d'un tel système [multimédia]*

Si la pratique du galop d'essai est déjà largement utilisée, en formation ou pour d'autres interfaces informatiques[101], nous soulignons ici l'importance **d'officialiser ce moment** même s'il est de courte durée (entre 5 et 15 minutes), en le proposant systématiquement à l'apprenant.

II.3.3.2 Mettre à disposition les supports de formation

Un des avantages des supports de formation informatisés est leur disponibilité (et leur patience sans limite…) que ce soit sur support CD-ROM ou sur réseau, avec les recommandations suivantes :

- **Accès en réseau :** mettre à disposition les applications multimédias (carnet de route s'il est informatisé, modules des activités pédagogiques selon les trois types de savoir (savoir théorique et contextuel, savoir-faire et savoir réagir en cas d'aléas) sur le réseau d'entreprise.
- **Sécurité et confidentialité :** contrôler l'accès aux activités pédagogiques et aux carnets de routes personnalisés (trajectoires définies par les contrats pédagogiques) par un mot de passe connu de l'apprenant et du formateur.
- **Exhaustivité documentaire :** mettre en place et ouvrir l'accès à un référentiel de formation pour chaque poste de travail, rassemblant l'ensemble des ressources documentaires (des consignes de poste par exemple) et les solutions aux activités pédagogiques ; ce référentiel constitue la mémoire de l'expert.

[101] Le lecteur amateur de jeux vidéos a certainement fait faire à Lara Croft ses premiers pas, bonds, et tirs au revolver dans la grotte d'entraînement prévue à cet effet au début du jeu *Tomb Raider*…

II.4 Évaluation et validation

Si elle est traditionnellement située en fin du processus de formation, nous avons vu que l'évaluation se prépare en amont, lors de la conception même du dispositif.

Notre recherche s'inscrit dans un contexte industriel dynamique : celui de la mobilité interne des personnels, et de la gestion des compétences. Trop souvent les formations au poste de travail ne sont pas considérées à leur juste valeur. Pour les apprenants opérateurs, cela se traduit par une organisation dictée par l'urgence (voire aucune organisation, l'entreprise pouvant être « prise de cours » par une formation non planifiée), et surtout une Validation des Acquis Professionnels (VAP) négligée, voire inexistante. Il en résulte une démotivation de l'apprenant, et une non prise de conscience par l'entreprise de richesses non révélées (n'oublions pas que la première richesse de l'entreprise, c'est la compétence de ses salariés). Mais que signifie évaluer une formation au poste de travail telle que nous l'avons décrite ?

Une première approche pour définir ce que doit être l'évaluation est de se poser la triple question que posent Christian Depover, Max Giardina et Philippe Marton dans leur ouvrage sur la conception et l'analyse de produits multimédias de formation [DGM98]. Ces interrogations sont :

- **Qu'évalue-t-on ?**
- **Qui évalue ?**
- **Quand évalue-t-on ?**

Mais répondre à ces questions ne suffit pas, même si on met en œuvre pour cela une matrice détaillée de dimension 3 et d'ordre 90 (!)[102], comme le proposent ces auteurs. Il convient d'adopter une démarche qualité dans la conduite de l'évaluation, en posant un véritable **QQOQCP**[103]. Nous rajoutons ainsi trois questions essentielles :

- **Où s'effectuent les évaluations ?**
- **Comment évalue-t-on ?**
- **Pourquoi évalue-t-on ?**

Nous pensons que les modèles d'évaluation doivent être à la fois pertinents (qualité de la mesure) et simples (gage d'une réelle mise en œuvre)[104]. C'est cet équilibre à respecter que nous allons d'abord présenter.

II.4.1 Construire une évaluation équilibrée

Les actions d'évaluation sont des actions de compromis, d'équilibre. Cet équilibre est décrit autour de trois pôles par Serge Barzucchetti et Jean-François Claude [Bar98] :

[102] Leur grille porte sur 5 niveaux d'intervention (perceptif, transactionnel, cognitif, pédagogique, évaluatif), 6 « critères généraux » (la clarté, la cohérence, la pertinence, l'analogie, la redondance, le contrôle) et 3 éléments structuraux (les stratégies, les représentations et les objectifs), soit 90 cases (5 x 6 x 3).

[103] Il s'agit d'une série de questions que l'on doit se poser pour cerner tous les aspects d'une situation, d'un problème. L'outil est connu en anglais sous le nom de 5W2H (Why ? What ? Whese ? When ? Who ? How ? How much ?).

[104] Selon la phrase populaire, « le mieux est l'ennemi du bien » ; c'est particulièrement vrai en entreprise…

1. **Faisabilité pratique et centrage sur l'essentiel** (évite les risques de bureaucratie, lourdeur des procédures)
2. **Pertinence, exhaustivité et fiabilité** (s'affranchit d'une certaine « légèreté », non signification des résultats)
3. **Implication et adhésion des acteurs** (pour qu'ils ne rejettent pas l'évaluation)

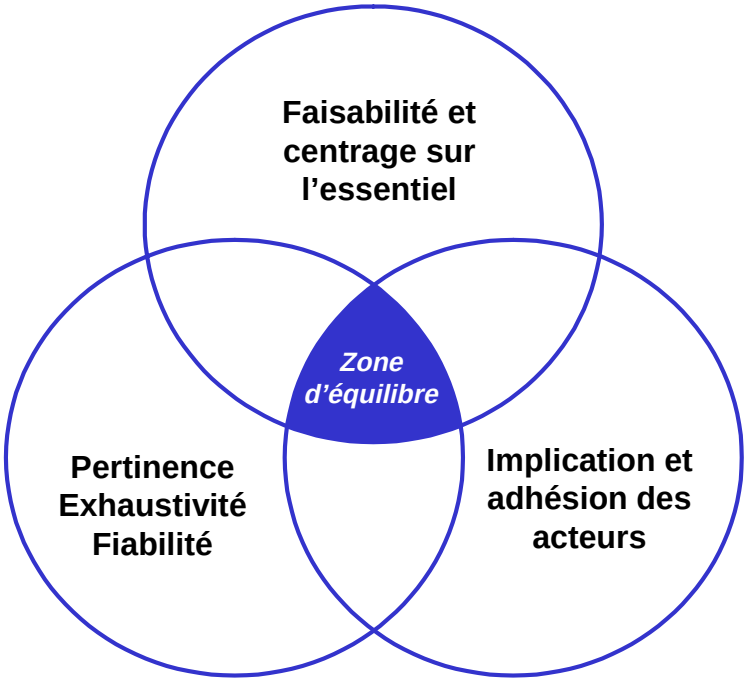


Figure 21. Le trèfle d'équilibre dans l'évaluation d'une formation

C'est précisément cette zone d'équilibre que nous visons, dans un souci de pertinence et de simplicité à la fois. Nous encourageons également l'implication des acteurs.

II.4.2 Qu'évalue-t-on ?

Les motivations de l'entreprise dans l'évaluation s'expriment à travers les besoins du manager : vérifier les retours sur investissements, statuer sur l'efficacité du dispositif, attester de la compétence de ses salariés. Une évaluation complète porte donc à la fois sur les résultats de l'apprenant et sur le dispositif de formation. Alors, qu'évalue-t-on ?

1. **Le niveau initial de l'apprenant :** ses connaissances avant toute utilisation des produits de formation.
2. **Le niveau final de l'apprenant :** ses compétences acquises, ses nouveaux comportements.
3. **Le contenu de la formation :** sa clarté, son exhaustivité, sa pertinence, sa structuration, sa progressivité.
4. **Le support de formation :** qualité des interfaces et des fonctionnalités mises à disposition.
5. **Le processus de formation** : son déroulement, l'adaptation de la méthode pédagogique, le bien-fondé des outils de conception utilisés, la communication entre les acteurs, la compétence du formateur.

Nous allons décrire pour les questions suivantes chacun de ces objets d'évaluation, en conservant la numérotation ci-dessus.

II.4.3 Qui évalue ?

Nous avons vu, en première partie de ce mémoire, que chacun des acteurs de la formation en est également le client. Dès lors, on convient que chaque client doit pouvoir participer à l'évaluation.

1. **L'apprenant s'auto-évalue** grâce au support multimédia en présence du formateur.
2. Les **compétences acquises** par l'apprenant sont évaluées par le formateur (B_{fo}^{2}), mais aussi par l'apprenant lui-même (B_{ap}^{6}) ; le manager participe également à la vérification de l'atteinte des objectifs, précisés dès la signature du contrat pédagogique (B_{ma}^{4}).
3. L'expert et l'auteur sont clients de l'évaluation du **contenu de la formation** (B_{ex}^{3} et B_{au}^{3}) à partir du résultat et du comportement de l'apprenant.
4. Le **support de formation et ses fonctionnalités** sont évalués par le premier concerné : l'apprenant, mais également par le formateur qui en aussi l'utilisateur.
5. Le **processus de formation** peut être évalué par tous les acteurs, chacun à son niveau : l'apprenant évalue la compétence du formateur, l'adaptation de la méthode pédagogique et les moyens employés, le formateur juge l'adaptation de la méthode pédagogique à ses souhaits et à ses contraintes (notamment en terme de temps passé), l'auteur peut évaluer la qualité relationnelle entre les acteurs (notamment ses rapports avec l'expert), et le manager vérifie l'efficacité globale du processus, en terme de délais et de retours sur investissement.

L'évaluation est donc plurielle ; chacun de ces besoins est une pièce de l'évaluation globale de la formation.

II.4.4 Quand évalue-t-on ?

Chaque objet d'évaluation est lié à un moment particulier du processus de formation :

1. **Le niveau initial de l'apprenant** s'évalue grâce à un **pré-test** avant chaque action de formation. Ce test s'effectue avant d'établir le contrat pédagogique.
2. **Le niveau final de l'apprenant** s'évalue à la fin du parcours de formation, après un temps de pratique sur le poste, fonction de la complexité de la formation : plus les compétences sont riches, plus le temps de pratique avant l'évaluation sera long. Cette évaluation s'effectue durant le débriefing de niveau global (le briefing global étant constitué par le contrat pédagogique) évoqué au chapitre II.3.2.3 (page 89).
3. **Le contenu de la formation est** évalué après une expérimentation statistiquement représentative (grand nombre d'apprenants).
4. **Le support de formation** peut être jugé à l'issue du parcours de l'apprenant, qui a alors une meilleure vision critique des fonctionnalités et de l'interface.
5. **Le processus de formation** s'évalue à la fois en continu et à l'issue de la formation (lors du débriefing final) ; nous avons vu que tous les acteurs y contribuent ; et ce à des moments différents.

II.4.5 Où s'effectuent les évaluations ?

Le lieu de l'évaluation est lié à sa nature : on vérifiera par exemple des compétences sur le terrain, et on discutera d'amélioration de processus autour d'une table.

1. Le pré-test s'effectue sur un poste multimédia de formation ; il peut se trouver soit en libre-service dans l'entreprise, soit dans une salle dédiée.
2. L'évaluation finale de l'apprenant se partage en deux lieux : sur support multimédia pour l'évaluation théorique à partir de mises en situations simulées (le post-test), sur le terrain pour la validation des compétences acquises.
3. Le contenu de la formation est évalué à partir des données statistiques stockées par le poste multimédia de formation.
4. Le support de formation peut également être évalué sur le lieu de formation.
5. Pour évaluer le processus de la formation, il est nécessaire de prendre du recul, par exemple dans un lieu totalement étranger à la formation.

II.4.6 Comment évalue-t-on ?

Pour chaque objet d'évaluation, les indicateurs seront différents : capteurs informatiques, retours d'enquêtes ou observations sur le terrain. Nous utilisons des **critères d'évaluation** (indicateur + échelle de valeur), par exemple : un pourcentage de bonnes réponses à un test multimédia (spécification), un niveau de satisfaction à un retour d'enquête, un nombre d'anomalies observées sur le terrain.

II.4.6.1 Evaluation initiale de l'apprenant (1)

Le pré-test est conçu par l'expert en collaboration avec l'auteur. Il est constitué d'un ensemble d'activités pédagogiques portant sur la compétence cible à acquérir. L'apprenant réalise le test en présence du formateur. Celui-ci intervient lorsque l'apprenant rencontre un problème dans l'utilisation de l'interface informatique, mais ne guide pas l'apprenant dans le choix de ses réponses.

II.4.6.2 Evaluation finale de l'apprenant (2)

Notre modèle de formation propose une alternance entre la pratique et la théorie. Il est pertinent de conserver ces deux dimensions pour évaluer les compétences de l'apprenant, sans pour autant les cloisonner pour conduire à une évaluation par « matières » (de type scolaire), où chaque phase de la formation (pratique, théorie) conduit à une évaluation étrangère à celle des autres « matières ». Comme le suggérait la Figure 18 (en page 85), il faut plutôt considérer l'évaluation des connaissances « théoriques » comme une condition nécessaire mais pas suffisante pour valider la formation. Ce n'est que par des considérations de terrain que les compétences peuvent être effectivement éprouvées (c'est d'ailleurs une partie intégrante de la définition de la compétence). Au poste de travail, on peut résumer avec pragmatisme que l'entreprise ne forme pas *uniquement* des têtes bien faites, mais plutôt des personnes visiblement compétentes à leur poste *puisque* sachant expliquer leurs actions. À ce propos, la métaphore du théâtre mental (cf. page 66) donne un modèle évocateur de la compétence au poste de travail : il s'agit d'expliquer, réguler, modifier, contextualiser « ce que l'on a dans les mains » grâce à « ce que l'on a dans la tête ».

Comment ainsi valider une compétence ? Dans notre contexte, cela implique de :

- vérifier que les **connaissances théoriques** correspondent aux objectifs fixés quant à l'apprentissage sur support multimédia (évaluation informatisée),
- attester ensemble (apprenant, formateur et manager) de l'atteinte de toutes les compétences cibles après une période conséquente de **pratique sur le poste**, en mettant en œuvre les procédures de validation définies dans le contrat pédagogique,
- planifier des actions **d'entretien de compétence** si nécessaire.

Détaillons ce que doivent être les phases théorique (évaluation informatisée) et pratique (évaluation de terrain).

II.4.6.2.1 Évaluation informatisée

Au terme de son parcours consigné dans le carnet de route, l'apprenant effectue un **post-test** sur chaque compétence cible. En fonction de la concordance de ces résultats avec les spécifications fixées pour chaque compétence cible dans le contrat pédagogique, le formateur prend la décision de poursuivre la formation théorique, ou bien de la clôturer. Le post-test consiste pour l'apprenant à résoudre toutes les activités pédagogiques en série, en un seul essai, sans ressources documentaires, et bien sûr sans feed-back. En effet, si nous avons vu que le feed-back est indissociable de l'apprentissage, il est à proscrire pour toutes les phases de test[105]. Cela implique un outil multimédia bi-fonction : apprentissage et évaluation[106].

Différents critères d'évaluation sont à prendre en compte : le pourcentage de bonnes réponses, mais aussi le temps mis pour donner une réponse, la qualité de l'argumentaire de l'apprenant dans le choix de ses réponses, le nombre de recours à l'aide pour répondre, etc.

II.4.6.2.2 Évaluation de terrain

Pour véritablement clôturer l'action de formation, la présence de l'apprenant, du formateur et du manager est indispensable ; il s'agit là encore d'un élément d'officialisation (voire même de « célébration ») de l'évaluation, favorisant l'implication des acteurs.

Cette évaluation comporte une double originalité :

- **les critères d'évaluations sont construits *ad hoc*** (issus le plus souvent du contrat pédagogique). La validation des compétences doit respecter les caractéristiques de chaque poste de travail : un nombre de pièces conformes à fabriquer, une opération à faire en un temps imparti, un niveau de qualité à atteindre dans la conduite du poste.
- **l'évaluation est concertée entre tous les acteurs.** L'autonomisation de l'apprenant lui permet d'effectuer plus facilement son auto-évaluation. Celle-ci est

[105] Cette assertion fait d'ailleurs partie de la liste de 12 recommandations (*Principles for designing feedback*) établie par Isabelle Kreindler en 1998 [Kre98].

[106] Pour reprendre une terminologie canadienne (Université Laval), nous donnons ainsi au SAMI (Système d'Apprentissage Multimédia Interactif) de [Mar94] une dimension supplémentaire, que l'on pourrait qualifier de « SEAMI », Système d'Évaluation de l'Apprenant Multimédia Interactif (vu phonétiquement comme un acronyme anglais, « *see me* » peut se comprendre « *see* ***in*** *me* » pour l'apprenant, un moyen d'évaluer ses représentations mentales, ses connaissances).

alors discutée avec le formateur et le manager, qui disposent nécessairement d'éléments de suivi et de critères de décision (résultats chiffrés, valuation du comportement, niveau de conformité).

II.4.6.3 Evaluation du contenu de la formation (3)

Le système informatique enregistre au fur et à mesure de la progression de chaque apprenant des comportements (recours à l'aide, hésitations, retours arrière, temps de réponse, etc.) et des résultats (erreurs systématiques, mauvaise compréhension, compétences non acquises, etc.). Des traitements statistiques de ces enregistrements font apparaître les points discutables ou lacunaires du contenu. L'expert doit être vigilant dans l'identification de ces points, qui peuvent également relever de la qualité des interfaces, et donc du support de formation.

II.4.6.4 Evaluation du support de formation (4)

Il n'y a pas de validation finale pour un dispositif de formation ; la vision que l'on doit en avoir est celle d'une démarche d'amélioration continue, par un bilan de chaque action de formation effectué par tous les acteurs. A ce titre là, Depover évoque les limites d'une telle « évaluation *a posteriori* » :

> *Le gros reproche que l'on pourrait faire à cette forme de validation a posteriori réside dans le fait qu'elle n'a que très rarement un effet sur le dispositif de formation lui-même. Une fois le produit terminé, il est rare que le concepteur accepte d'y apporter des modifications autres que mineures.*(op. cit.)

Nous discutons les raisons de cet état de fait : si peu de produits multimédias de formation évoluent après leur « validation », c'est principalement parce qu'une fois utilisé (« mis sur le marché », dirait-on en terme d'édition), il y a un réel problème de compatibilité et de cohérence par rapport aux évolutions informatiques que l'on serait tenté d'y apporter. Ainsi, une des fonctionnalités essentielles de l'informatique, son **évolutivité**, est « muselée » dès le départ. Nous proposons une mise à jour des supports multimédias sur les contenus de formation bien entendu, mais également sur leurs fonctionnalités, leur structure informatique s'il le faut, qui concerne automatiquement tous les produits alors « sur le marché » (en utilisation dans l'entreprise). Cela implique une architecture centralisée : toute modification est effectuée en un seul endroit du réseau informatique « parent » pour se répercuter sur toutes les applications « enfants ». Cette démarche d'amélioration est à la fois progressive (tirer les enseignements de chaque action de formation) et rétroactive (briser les « versions » des logiciels, en les faisant évoluer tous en bloc).

Concrètement, c'est pendant la phase de débriefing que l'apprenant fait part de ses retours au formateur, qui les transmet lui-même à l'auteur (premier intéressé par l'amélioration du support). S'il est disponible, l'auteur participe directement au débriefing de la formation, où le bilan est fait sur la qualité des interfaces. Remarquons qu'il est souvent intéressant d'intégrer dans le support de formation des espaces dédiés à la récupération des remarques pertinentes de l'apprenant à propos de l'interface. Ces remarques seront prises en compte pour l'améliorer sans cesse. Il est nécessaire d'interroger chaque acteur (y compris le formateur) sur sa satisfaction *a posteriori* par rapport à ses besoins généraux (ceux définis en partie I) et spécifiques (ceux définis lors de chaque contrat pédagogique). Il convient de définir avec lui les critères de satisfaction sur chacun des besoins. L'atteinte ou non de ces critères définit les enseignements à reconsidérer lors d'actions futures.

II.4.6.5 Evaluation du processus de formation (5)

Il est très difficile de donner à cette évaluation un caractère « régulatif », c'est-à-dire qui donne les alertes pour ajuster « en cours de route » le processus de formation [DGM98]. . Néanmoins, grâce au suivi de l'apprenant, le formateur peut, en concertation avec le manager, réajuster le dispositif en modifiant l'organisation pédagogique des séances, l'utilisation faite du multimédia, ou rectifier un niveau de communication insuffisant entre les acteurs.

Les acteurs se réunissent à l'issue de la formation pour évoquer les points positifs et les axes de progrès du processus.

II.4.7 Pourquoi évalue-t-on ?

La question peut sembler saugrenue ; il est entendu que toute démarche d'évaluation dans notre contexte est une action fondatrice pour l'amélioration continue du dispositif de formation. Nous expliquerons plutôt à qui profite chaque type d'évaluation.

1. **L'évaluation initiale** a pour double objectif de s'assurer que l'apprenant vérifie bien les éventuels pré-requis de la formation, et de réaliser un test initial sur les contenus grâce au support multimédia. Cet « état des lieux » est indispensable pour que le formateur définisse **la trajectoire de formation**, et donc le contrat pédagogique. Le test est également source de motivation pour l'apprenant, qui peut mieux se situer par rapport aux objectifs, et mesurer pleinement les progrès qu'il va effectuer par la suite.
2. **Le post-test** ne doit en aucun cas être perçu comme une sanction pour l'apprenant ; au contraire, on évalue ses compétences en fin de formation pour lui signifier son parcours et sa progression. Quant **à l'évaluation sur le terrain**, est elle **indispensable** car c'est le seul endroit où la compétence se manifeste en situation réelle. C'est aussi l'occasion pour les acteurs d'échanger leurs impressions, leur bilan personnel de l'action qui se termine.
3. **Les contenus de formation** sont évalués pour être améliorés pour mieux atteindre (plus rapidement, avec une meilleure efficacité) les compétences cibles (fait partie de la démarche de maintenance).
4. Le **support de formation** est évalué afin de réduire les aspérités d'utilisation qui peuvent rebuter ou freiner l'action de l'apprenant, et donc le détourner de ses objectifs (autre volet de la démarche de maintenance).
5. L'objectif principal de **l'évaluation du processus** est de capitaliser les enseignements tirés de chaque expérience insatisfaisante de formation. Evaluer (donc améliorer) le processus de formation profite naturellement à tous les acteurs : l'apprenant trouvera un environnement pédagogique mieux adapté à ses attentes, le formateur verra le fruit de son travail mis en évidence, l'auteur aura la certitude de concevoir des supports performants, l'expert verra son savoir transmis dans de bonnes conditions, et le manager disposera de personnes correctement formées dans des délais plus faibles.

II.4.8 Tableau récapitulatif

Le Tableau 3 apporte les réponses synthétisées aux six questions du QQOQCP relatives à l'évaluation.

Qu'évalue-t-on ?	*Qui évalue ?*	*Comment évalue-t-on ?*	*Quand évalue-t-on ?*	*Où évalue-t-on ?*	*Pourquoi évalue-t-on ?*
1. Le niveau initial de l'apprenant	Apprenant Formateur	Pré-test informatisé	Avant d'établir le contrat pédagogique	Poste multimédia	Vérifier des pré-requis Etablir le contrat pédagogique
2. Le niveau final de l'apprenant	Apprenant Formateur Manager	Post-test informatisé Concertation sur le terrain	A la fin du parcours de formation, après un temps de pratique sur le poste	Poste multimédia Poste de travail (sur le terrain)	Signification de la progression de l'apprenant Validation de la compétence
3. Le contenu de la formation	Expert Auteur	Observation des résultats et comportements de l'apprenant	Après plusieurs sessions d'apprentissage	A partir du poste multimédia	Mieux atteindre les compétences cibles
4. Le support de la formation	Apprenant Formateur	Questionnaires critériés de staisfaction	A la fin du parcours	Sur le lieu de la formation	Mettre les interfaces au service de la formation
5. Le processus de formation	Apprenant Formateur Manager Auteur	Réunion–bilan	En continu, mais aussi en final	Lieu non lié à la formation	Capitaliser toutes les expériences de formation

Tableau 3. La double évaluation de l'apprenant et du dispositif de formation

Une vision globale du dispositif d'évaluation à mettre en place nous montre son caractère hybride, entre la mesure (via le multimédia) et la subjectivité (auto-évaluation concertée entre les acteurs), entre la théorie et la pratique, entre la mise en situation et l'action.

II.5 Conclusion

Une entreprise qui choisit de développer des supports multimédias pour ses formations internes au poste de travail doit nécessairement définir au préalable la place qu'il convient de leur donner, et les intégrer à l'organisation de l'entreprise. Il convient notamment de mettre en place un encadrement humain à l'utilisation du multimédia, Tout le travail préparatoire est effectué en accord avec les pratiques de formation désirées, surtout lorsqu'il s'agit d'autoformation.

Si l'objectif final est de mettre en place des produits multimédias de formation utilisables **en autonomie**, cela implique comme le suggèrent Carré et Pearn [Car92] un suivi rigoureux :

> *L'un des multiples paradoxes de l'autoformation dans une organisation socioprofessionnelle est que, loin d'entraîner un relâchement des pratiques de suivi et d'évaluation, elle exige un plus haut degré d'attention pédagogique tout au long du processus.*

Concernant l'évaluation, son caractère hybride est une première garantie de son bien-fondé ; nos recherches ont conduit, pour une confrontation de la méthodologie au contexte industriel, une application des concepts et méthodes présentées ici sur un site de production d'une grande entreprise française de haute technologie, Thales Electron Devices.

Partie III

SIMPA : un environnement interactif de formation en semi-autonomie

III.1 Introduction

Notre méthodologie de conception et de suivi des actions de formation a été expérimentée sur le site industriel de Moirans (Isère) de la société **THALES ELECTRON DEVICES** (TED). Nos objectifs étaient de :

- **confronter** notre analyse des besoins aux besoins exprimés et observés sur des actions réelles et répétées de formation au poste de travail,
- valider des **modèles d'utilisation** des Technologies de l'Information et de la Communication sur des formations soumises aux contraintes du monde industriel,
- aboutir, au sein de l'entreprise, à des actions d'amélioration concrètes et durables, aussi bien sur la **pratique** des outils multimédias utilisés en formation interne, que sur leur **forme** ou leur **contenu**,
- mettre à l'épreuve le modèle du **briefing–débriefing en formation**, afin de mesurer la réduction effective du temps du formateur (50% escomptés),
- **réduire le temps des auteurs** pour concevoir leurs contenus.

Après une présentation du site de TED Moirans, nous décrivons le dispositif de formation, supporté par un nouvel environnement multimédia, nommé SIMPA (Support Interactif et Médiatisé Pour l'Apprentissage) [DBPS02]. Il a été conçu selon une démarche itérative (améliorations successives à la lumière d'enquêtes de besoins et d'expérimentations) et participative (tests d'usage avec des volontaires). Sont présentés en particulier les éléments fondateurs de SIMPA : une pratique de la médiation informatisée, une diversité d'activités pédagogiques proposées à l'apprenant, le recueil de post-it informatiques. Ces fonctionnalités ont été construites autour d'éléments validés au cours d'un premier projet Six Sigma, ayant abouti à la création de SEAMI : Système d'Évaluation de l'Apprenant Multimédia Interactif [DBPS00]. Ces éléments sont un double mode d'utilisation (apprentissage et test), l'organisation du contenu selon trois types de savoir (connaissances et contexte, savoir faire, comportement en cas d'aléas), la priorité donnée aux mises en situation vidéo, l'édition automatique d'un journal de la formation, le calcul de l'intervalle d'incertitude sur la note attribuée à l'apprenant lors de l'utilisation du support en mode test.

III.2 Le contexte industriel

Comme beaucoup de grands groupes industriels de haute technologie, le groupe THALES[107] est profondément marqué par une évolution économique, sociale et organisationnelle, qui fait de la formation au poste de travail (transmission de savoir-faire) une condition identifiée et reconnue de sa pérennité. Le site de TIV[108] de la société Thales Electron Devices (TED) produit ses propres supports de formation multimédias ; c'est pourquoi nous l'avons choisi pour y mettre en application notre méthodologie de conception et d'évaluation.

[107] Anciennement THOMSON-CSF.
[108] Unité Tubes Intensificateurs d'images et de Visualisation.

III.2.1 Situation économique

La société TED est leader sur le marché mondial des tubes intensificateurs d'image, les IIR[109]. Cette position commerciale est à reconquérir chaque année en terme de coût, qualité et service aux clients. La nature même de sa production (très spécialisée) fait que TIV traite seulement avec quelques gros clients. Profitant de cette situation de marché captif, ces mêmes clients sont de plus en plus exigeants, demandant à TIV des prix de plus en plus bas, des livraisons de plus en plus en plus rapides, sur des commandes de moins en moins planifiées, et des spécifications techniques sur la qualité finale des images radiologiques toujours plus pointues. Le problème qui se pose à l'entreprise est à la fois celui de la **flexibilité** (traiter les commandes à la demande, avec des accroissements ponctuels de charge à gérer), de la **productivité** (baisser les prix de revient des produits), et de la **qualité** (garantir la satisfaction du client). Dans ce contexte, il est indispensable d'optimiser à la fois l'outil de production et les méthodes qui le sous-tendent.

La qualité des produits est en relation directe avec la formation du personnel : ainsi, par exemple, le comportement du personnel opérateur en salle propre[110] est décisif pour se prémunir des défauts d'aspects de l'image des tubes. Cette maîtrise de la qualité fait donc l'objet d'une action spécifique.

III.2.2 Situation industrielle

En réponse à ces enjeux économiques, TIV a mis en place depuis 1997 une nouvelle organisation industrielle pour rationaliser le système de production, réduire les distances parcourues par les matières et les hommes et simplifier le système d'approvisionnement. Comme l'expliquent Michèle Millot et Jean-Pol Roulleau, c'est désormais « la fin du modèle unique » qui s'impose [Mil91], celui du taylorisme :

> *Pour gagner la compétition, ces entreprises qui ont fait le pari de valoriser le cerveau de leurs salariés ont abandonné le système taylorien, conçu pour faire travailler des analphabètes. Elles inventent de nouvelles structures. […] Ici on supprime l'agent de maîtrise, là on le garde, ailleurs on crée des ingénieurs postés… A la diversité des situations, des productions, des besoins du marché, répond la diversité des organisations.*

En opposition avec le modèle taylorien, la nouvelle organisation se caractérise à TIV par l'instauration de la qualité totale, le juste à temps, un sur-effectif limité, et la mise en place d'équipes de production orientées produit. Ainsi, l'entreprise est passée d'une organisation hiérarchique, avec une répartition classique des tâches et des responsabilités en différents ateliers, à une structure fondée à la fois sur **la polyvalence et l'autonomie des opérateurs**. Au plan managérial, cela se traduit d'une part par une simplification des niveaux hiérarchiques (ils sont désormais limités à 3 entre un salarié et le comité de direction de l'entreprise) ; d'autre part, par un développement des responsabilités dites fonctionnelles (en opposition avec hiérarchiques) : chefs de projets, animateurs d'équipes, supports techniques, etc.

[109] Intensificateur d'Image Radiologique.

[110] La salle propre (également appelée « salle blanche ») désigne un ensemble protégé d'ateliers de production dont la qualité de l'air est régulée en ce qui concerne la présence de particules (poussières, gaz, copeaux, etc). Le milieu est également contrôlé en température et en pression.

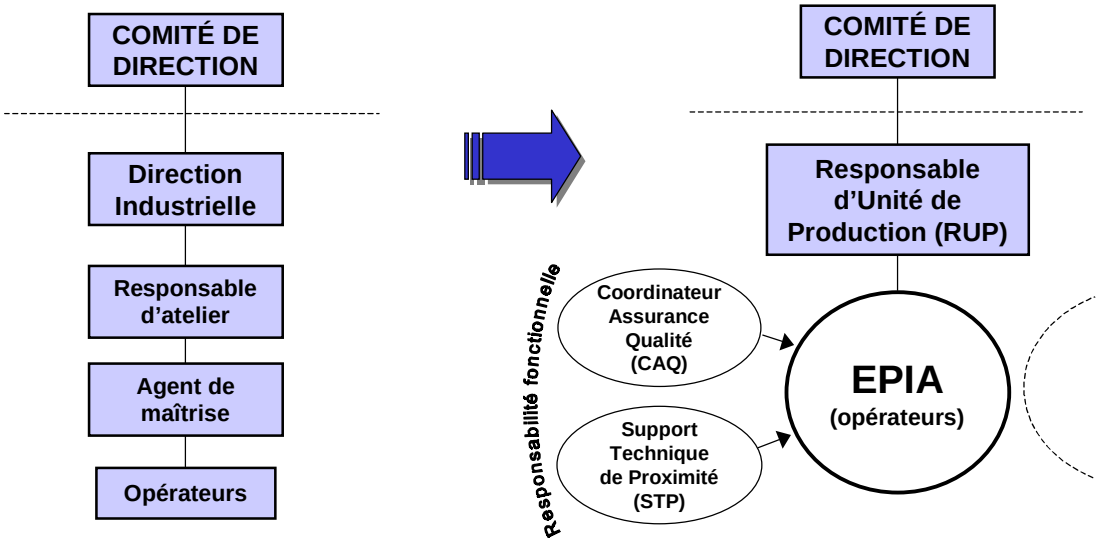


Figure 22. Du taylorisme au management participatif à TIV

Pour symboliser ce changement, l'entreprise a constitué 17 équipes de production suivant le processus de fabrication des IIR. Ces équipes sont des **EPIA** :

- **E**quipes : travail collectif et dynamisme de groupe.
- **P**luridisciplinaires : polyvalence et capacité d'évolution.
- **I**ntégrées : prise en charge de la totalité des opérations.
- **A**utonomes : responsabilisation de chacun.

Les membres des EPIA sont les opérateurs ; ils acquièrent de nouvelles compétences (polyvalence), avec un niveau de responsabilisation et d'implication dans leur travail élargi (autonomie). La production est organisée en unités de production, sous la responsabilité hiérarchique d'un **Responsable d'Unité de Production (RUP)**. Chaque unité regroupe plusieurs EPIA, ce qui implique une redéfinition des périmètres d'activités. Ainsi, les tâches de l'ancien agent de maîtrise sont réparties dans chaque équipe entre les opérateurs qui la constituent. Dans son activité de production, l'équipe est soutenue fonctionnellement par un expert technique : le **Support Technique de Proximité (STP)** et un **Coordinateur Assurance Qualité (CAQ)**. L'outil de formation au poste de travail à TIV doit être capable d'accompagner efficacement ce changement culturel pour les opérateurs.

En parallèle avec sa réorganisation industrielle, TIV a entamé une démarche de **Gestion des Compétences**. Elle donne un cadre pour l'adéquation entre les aspirations professionnelles des salariés et les besoins évolutifs de l'entreprise, en cohérence avec les démarches de polyvalence et d'autonomie évoquées.

III.2.3 Situation sociale

Dans le contexte du marché des équipements de radiologie en faible progression (évolution à moyen terme vers une nouvelle génération de produits état solide), la production des tubes IIR doit baisser ses coûts de production pour rester compétitive. Face à la concurrence, TIV s'emploie donc aujourd'hui à limiter ses effectifs tout en maintenant, voire augmentant si nécessaire, sa capacité de production pour répondre à une demande fluctuante. Durant la

dernière décennie, le nombre d'embauches a été très restreint, au profit d'une population d'intérimaires répondant aux besoins ponctuels de flexibilité.

D'un point de vue démographique, comme ailleurs en France et en Europe, la pyramide des âges se déplace de plus en plus vers le **vieillissement**, et il est à prévoir de nombreux départs à la retraite pour les années à venir. À TIV, plus des deux tiers des opérateurs (71.5%) dépassent les quarante ans. Ils côtoient une population jeune en progression. Ces deux profils forment ce que les sociologues appellent des « bosses » démographiques. Cela n'est pas sans conséquence quant aux actions de changement mises en œuvre, tant globalement dans l'entreprise que sur l'organisation des formations : il ne faut exclure personne de ce mouvement. En particulier, un effort est à fournir dans le cadre de cette recherche sur l'implication des acteurs dans la démarche de conception et l'ergonomie des produits : il faut rendre attrayant aux opérateurs plus âgés l'outil informatique, qui peut encore leur faire peur, ou du moins être pour certains un obstacle à l'apprentissage ; la population jeune a quant à elle globalement intégré la révolution informatique.

Ce vieillissement du personnel implique le départ à court terme des experts ; puisque TIV maîtrise des technologies pointues et complexes, il est vital d'assurer la mémoire de son expérience grâce à des supports pédagogiques performants où le savoir-faire des experts est capitalisé, régulièrement mis à jour et mis à disposition des populations suivantes.

III.2.4 Situation de la formation interne

Le service de la communication et de la formation interne (que nous nommons par la suite « cellule multimédia ») du personnel de TIV a pour mission d'assurer la formation technique et humaine des nouveaux arrivants ou des intérimaires travaillant sur le site. Depuis 1990, il s'est engagé dans la réalisation de produits pédagogiques sur les métiers de base de l'entreprise, ainsi que sur certains postes de travail de grande complexité. Plusieurs dizaines de modules multimédias de formation existent ; ce sont par exemple la formation aux techniques du vide, aux différents types de soudage, au dépôt de couches minces. Ces modules[111] sont utilisés de deux manières :

- lors de **séances** de formation : ils servent alors de base à l'exposé du formateur,
- en **libre-service** accessible sans restriction à l'ensemble du personnel, sur différents micro-ordinateurs répartis dans l'usine.

III.2.4.1 Qui sont les acteurs ?

Au vu de l'organisation industrielle présentée ci-dessus, **l'apprenant** est un opérateur, le **formateur** et **l'expert** sont réunis en une seule personne (le Support Technique de Proximité, ou STP), **l'auteur** est un membre de la cellule multimédia (parfois également formateur), et le **manager** un Responsable d'Unité de Production, ou RUP (et parfois un Responsable de Service Soutien, ou RSS). Le Tableau 4 donne des précisions sur les caractéristiques des acteurs à TIV.

[111] Un module de formation désigne le support pédagogique multimédia sur un contenu précis, lié soit à un poste de travail (« *activation de la photocathode* »), soit à un thème (« *comportement en salle propre* »).

Acteur	*Identité*	*Remarques*
Apprenant	Opérateur	Salarié ou intérimaire, il vient d'être embauché, est en situation de mobilité interne, ou encore se forme à la polyvalence au sein de son EPIA.
Formateur	STP / Cellule multimédia	Il peut y avoir un ou plusieurs formateurs.
Expert	STP	Détenteur du savoir, le STP collabore avec la cellule multimédia pour formaliser ses connaissances.
Auteur	Cellule multimédia	La cellule multimédia récupère les savoirs de l'expert (cogniticien), les organise et les met en scène.
Manager	RUP / RSS	Il est le responsable hiérarchique de l'apprenant.

Tableau 4. Les acteurs de la formation à TIV

Notons que le formateur n'est jamais un responsable hiérarchique de l'apprenant (le STP est un responsable fonctionnel), ce qui respecte « l'intégrité » de la relation pédagogique. Il se peut qu'il y ait plusieurs formateurs, par exemple la cellule multimédia pour la partie théorique, et le STP en pratique sur le poste. Il est souvent fait appel à cette répartition des tâches lorsque le poste de travail demande la compréhension de concepts qui ne sont pas faciles à expliquer et où la cellule multimédia apporte son expertise pédagogique.

III.2.4.2 Vision critique de la médiatisation

Les modules multimédias existants sont construits selon la logique « top-down» que nous présentions en 2ème partie (voir chapitre II.2.2.2) : présentation et explication des concepts suivies d'exercices d'évaluation. Il y a donc deux séquences dans l'implication de l'apprenant dans la formation : celle où il reçoit de l'information, puis celle où il agit (toujours dans le même ordre). Par ailleurs, si ces modules sont mis à disposition sur le réseau d'entreprise, ils ne sont pourtant pas conçus en vue d'un tel usage. En effet, aucun élément d'**aide** ou de **médiation** n'y est intégré d'une part, aucune **trace des actions** de l'apprenant en situation d'autoformation n'est conservée d'autre part.

Dans ces modules, l'accent est mis sur les animations pédagogiques pour exposer des concepts ou des mécanismes : schéma animé d'une séquence de soudage, fonctionnement synoptique d'un bâti de pompage, etc. Cependant, ces animations ne sont pas en lien direct avec leur contenu cognitif : sont-elles bien utiles ? Or, Mireille Betrancourt et son équipe ont montré que dans la plupart des cas, elles ne sont pas plus efficaces qu'une représentation statique construite avec les mêmes éléments graphiques [BBT01]. Ainsi concluent-ils que :

> *Dans la mesure où les animations sont coûteuses à produire pour le concepteur et coûteuses à traiter pour l'utilisateur, un principe préliminaire serait de ne les utiliser que lorsqu'elles sont pertinentes, c'est-à-dire lorsque le phénomène à communiquer induit une notion de changement dans le temps.*

Lorsqu'une animation est décrétée « coûteuse à traiter » pour l'apprenant, cela rejoint la notion de **charge mentale**. Que se passe-t-il si les animations sont oralement commentées sur toute leur durée, comme dans les modules multimédias de TIV ? S'il est généralement admis, comme de nombreuses études semblent le montrer, que c'est bénéfique à l'apprentissage

([Fer99], [Dub01]), il n'y a pas de règle stricte dans le domaine. Il convient donc de nuancer ce propos, ou plutôt de le préciser, comme le fait Françoise Poyet. Elle montre qu'il y a surcharge mentale dans le cas de longs messages explicatifs sonores sur des notions techniques ; la modalité visuelle est alors mieux adaptée [Poy98]. Les messages sonores sont plus efficaces s'ils sont ciblés ; on évite alors la surcharge cognitive puisque ce ne sont pas les mêmes zones du cerveau qui sont sollicitées dans l'appréhension de longs messages visuels combinés à de courtes explications auditives :

> *Lorsque le sujet est amené à fournir un raisonnement complexe sur l'ensemble d'un dispositif, la présentation auditive de certaines informations (labels) améliore la mémorisation de messages explicatifs présentés visuellement.*

Mais ce qui est important d'exploiter dans les illustrations (dynamiques ou non), c'est leur aspect métaphorique, véritable moteur de l'organisation des connaissances chez l'apprenant : une métaphore bien trouvée (la canalisation d'eau par exemple pour expliquer l'intensité d'un courant électrique) constitue un « germe de connaissance », que le formateur doit « cultiver » pour complexifier les notions à acquérir (garder la métaphore de la canalisation pour expliquer la tension électrique, qui se présente comme une chute d'eau).

À propos du contenu, les modules recherchent l'exhaustivité, voire le **discours encyclopédique**, plutôt que la pertinence. Ils s'apparentent ainsi plus à un « cours » universitaire, parfois ponctué de « Travaux Pratiques » qu'à une véritable prise en main de la formation par l'apprenant, à la fois sur son organisation et sur son contenu, qu'il souhaite rappelons-le plus proche de son vécu, du terrain ($B_{ap}1$). Il est nécessaire de traduire l'autonomie demandée à l'opérateur sur son poste de travail par une autonomisation de son processus de formation.

III.2.4.3 Vision critique de l'animation

Au cours d'un travail préparatoire, nous avons observé, sur une année[112], des séances de formation utilisant ces supports multimédias. Le formateur était à chaque fois interne à l'entreprise [Duq98]. Cette observation, présentée en annexe B, peut se résumer de la façon suivante :

- demandes de formation très irrégulières et imprévisibles, selon les besoins exprimés par la production,
- nombre variable d'apprenants, de 1 (cas fréquent) à 8 personnes (cas rare), avec une moyenne autour de 2 personnes,
- chaque séance dure 1h30 ; une formation complète demande en moyenne 5 à 6 séances,
- pas de salle réservée à la formation dans l'usine ; le lieu et les conditions pédagogiques varient donc selon le planning d'occupation des salles,
- présence permanente du formateur durant la formation, quel que soit le nombre d'apprenants ; il est parfois aidé de surcroît par l'expert technique sur le sujet de formation,
- les capacités interactives des modules multimédias ne sont pas exploitées, dans le sens où le formateur les diffuse grâce à un vidéo-projecteur (installé dans les

[112] De novembre 1998 à août 1999.

formations pour plusieurs apprenants) ; le formateur commente et explique les images ou animations qui constituent une illustration au « cours »[113],
- les apprenants n'ont une participation active (*via* la souris) que lors des exercices (il n'y a qu'un seul ordinateur pour tous).

Les formations au poste ne représentaient qu'une faible partie des actions du service formation de l'entreprise (et donc de la cellule multimédia). Dans la plupart des cas, les formations s'effectuent directement sur le poste de travail avec le tutorat d'un opérateur confirmé. La validation est subordonnée à la conformité des pièces produites et les compétences acquises sont répertoriées sur une « grille de polyvalence » attachée à l'EPIA. Le point faible de cette organisation est la déficience de formation sur le contexte, les aspects théoriques et la prise en compte des aléas qui surviennent dans la pratique quotidienne du poste.

Ces constats rendent pertinente la mise en œuvre d'une nouvelle méthodologie de conception et d'organisation des actions de formation par la cellule multimédia. Cette mise en œuvre répond en effet aux contextes économique et industriel, ainsi qu'à la situation insatisfaisante de la formation interne au poste de travail.

III.3 Création de SIMPA

En entreprise, toute action de changement de grande ampleur est gérée comme un **projet**. A TIV, c'est le cas avec la réorganisation industrielle (projet sur l'efficacité collective) et la gestion des compétences (projet associé, de même intitulé). En ce qui concerne les formations au poste de travail, l'enjeu est conséquent, puisqu'il s'agit de les replacer au cœur du système de gestion de la production et des compétences des opérateurs. C'est pourquoi il était nécessaire de construire des liens entre ces projets d'entreprise[114] et le déploiement de la méthodologie exposée en 2ème partie.

Dans cette optique, nous avons naturellement choisi de développer nos travaux selon une démarche en gestion de projet. Le **« Six Sigma »**, en usage à TIV depuis 1999, en a constitué le cadre, agissant comme méthodologie de développement, porteuse du changement organisationnel des formations internes sur supports multimédias à TIV.

[113] En ce sens, on peut considérer que les modules multimédias sont utilisés comme transparents de luxe.
[114] Un projet d'entreprise est un projet dont le périmètre et les répercutions concernent l'ensemble des salariés.

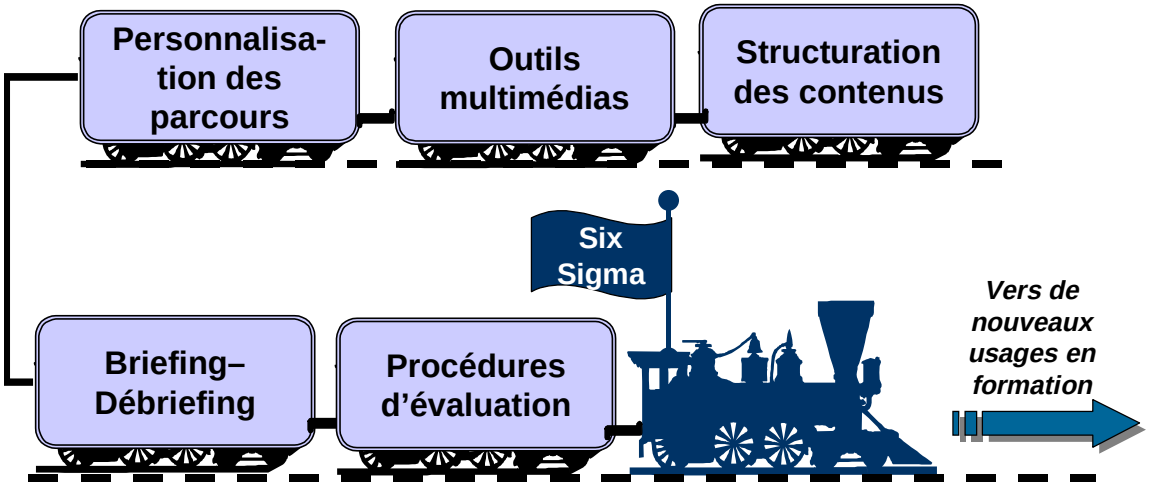


Figure 23. Le « Six Sigma », porteur du changement

III.3.1 Qu'est-ce que le « Six Sigma » ?

La méthode « Six Sigma » est une démarche structurée de conduite de projet utilisée dans l'industrie soit pour améliorer des procédés de fabrication ou des processus organisationnels, soit pour développer de nouveaux produits ou processus. L'objectif principal de la méthode est de réduire la variabilité des résultats obtenus des procédés ou processus par rapport aux résultats attendus par les clients. Développée tout d'abord dans l'industrie des semi-conducteurs chez Motorola en 1987, qui en a vendu les droits à de nombreux groupes[115], la méthode est aujourd'hui du domaine public, contrôlée par une « Académie Six Sigma » aux Etats-Unis.

L'idée de base de la méthode Six Sigma est la nécessité de disposer de points de repère stables pour progresser dans la compréhension et la maîtrise d'un processus. Le terme « sigma » désigne une unité de mesure statistique qui est le reflet de la **capabilité d'un processus**[116] ; dans l'idéal, une capabilité de 6 sigma assure un niveau de conformité de 99.99966 %. Centrée sur la mesure, son souci permanent est la satisfaction du besoin client, par la prise en compte de toutes ses exigences des spécifications du produit ou du processus [Pil01].

En résumé, on peut caractériser le Six Sigma par six idées :

1. **Une philosophie** : diminuer les surprises dans un processus de production ou de développement. Les clients n'aiment pas les surprises.
2. **Un symbole** : « σ », celui de l'écart type qui définit la variabilité d'un processus[117].

[115] Par exemple : Texas Instrument (1988), General Electric (1995), Kodak (1995), Siemens (1997), Sony (1997).
[116] La capabilité reflète la fréquence d'apparition des défauts dans le processus : plus la capabilité est élevée, plus le processus est performant.
[117] Un processus idéalement construit en 6σ aura une probabilité de défauts de 3.4 ppm (partie par million).

3. **Une métrique** : celle de la capabilité du processus ; mesure de la qualité, elle reflète la satisfaction du client.
4. **Un objectif** : atteindre le Six Sigma, par un temps de développement éventuellement plus long et plus cher, mais un coût de fabrication assurément moins cher et plus sûr. L'enjeu est donc de déployer la méthode de plus en plus vers l'amont des produits.
5. **Une méthode** : elle fait le lien entre une philosophie de la qualité (faire bien, du premier coup, pour le client) et des outils qualité et d'analyses statistiques.
6. **Des outils** : largement partagés, ce sont à la fois ceux de la démarche qualité et ceux de l'analyse statistique.

III.3.2 Les étapes du Six Sigma

Dans le cadre de nos travaux, il ne s'agit pas d'optimiser un processus existant (type « DMAIC »[118]), mais de développer une nouvelle organisation et de nouveaux outils de formation. La méthode adéquate est appelée « DMADV »[119] ; elle se déroule selon les étapes suivantes :

- **« Définir »** Mise en évidence du besoin ; définition des objectifs, du périmètre, de l'équipe et du planning du projet. *Revue **R0***.
- **« Mesurer »** Transcription de la voix du client en terme de besoins critiques ; hiérarchisation et établissement de spécifications pour ces besoins ; définition des moyens pour les mesurer. *Revue **R1***.
- **« Analyser »** Séances de créativité pour définir le design global du produit ; estimation de sa capabilité. *Revue **R2***.
- **« Concevoir »** Réalisation des tâches de conception détaillée ; analyse des risques d'échec ; plan de test en situation. *Revue **R3***.
- **« Vérifier »** Vérification de la robustesse du produit en situation d'usage ; plan de transfert du produit ; leçons à tirer du projet. *Revue **R4***.

Toutes ces étapes donnent lieu à des revues de validation[120] (en présence des clients pour les revues R0, R2 et R4), pour lesquelles une liste de fournitures est attendue. Le point fort de la méthode est d'encadrer chaque projet par des étapes de définition en amont et de vérification en aval très rigoureuses, l'une pour cibler les objectifs et les moyens mis en œuvre dans le projet, l'autre pour capitaliser et mettre sous contrôle les résultats du projet.

Déployée dans une entreprise, la force de la méthode Six Sigma est son organisation structurante ; le programme, lié aux priorités et aux stratégies de l'entreprise, est soutenu par le comité de direction et par des employés formés qui, à temps plein, facilitent le processus d'amélioration. Tous les projets sont encadrés par un « Champion », responsable du déploiement de la méthode. Il valide ou non, avec le « Master Black Belt » (expert, chargé de la formation) les revues de projets présentées par les « Black Belt » (100% de leur temps consacré au Six Sigma) ou les « Green Belt » (20% de leur temps minimum). Si cette

[118] Selon les étapes, en anglais : **D**efine / **M**easure / **A**nalyse / **I**mprove / **C**ontrol.
[119] En anglais : **D**efine / **M**easure / **A**nalyse / **D**esign / **V**erify. La méthode est également connue sous le nom de DFSS : *Design For Six Sigma*.
[120] Par abus de langage, les acteurs du Six Sigma nomment chaque étape du projet par le titre de la revue qui la sanctionne (par exemple, « la phase R2 »). Nous conserverons pour plus de lisibilité cette notation dans la suite du texte.

organisation peut paraître lourde, c'est pourtant la garantie pour l'entreprise d'en retirer des gains. Parce qu'il ne fait appel qu'à un seul et même jeu d'outils et de techniques, Six Sigma instaure dans une société un vocabulaire commun permettant le partage de l'information sur les meilleures pratiques. Au fur et à mesure que les projets sont terminés, les résultats aux chapitres de la qualité et des coûts sont suivis à la trace et l'information sur les meilleures pratiques est systématiquement partagée.

Le Six Sigma propose deux démarches de projet : développement (DMADV) ou amélioration (DMAIC). SIMPA étant une évolution de SEAMI (voir introduction page 103), il aurait été logique de choisir la démarche DMAIC. Cependant, nous avons considéré qu'il était nécessaire de reprendre le travail de conception à sa base, c'est-à-dire faire une enquête de besoins approfondie parmi tous les acteurs de la formation, ce qui était un point faible du premier projet. De plus, la démarche DMADV nous était alors familière, puisque éprouvée lors de la conception de SEAMI ; nous avons capitalisé ces enseignements pour le déroulement du second projet. Ceci explique que, malgré des difficultés techniques de réalisation informatiques supérieures et l'enquête de besoins, le projet SIMPA a tenu ses délais industriels[121] (10 mois, contre 16 pour SEAMI).

Projet SIMPA (année 2001)									
R0	**R1**		**R2**			**R3**			**R4**
Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct

Tableau 5. Planning du projet SIMPA

Le Tableau 5 résume la chronologie du projet SIMPA ; c'est surtout dans le passage des premières revues (R0, R1 et R2) que la capitalisation sur la méthode a joué. Techniquement, il a été nécessaire de concevoir de nouveaux modèles informatiques, ce qui explique la durée des phases R3 et R4. Nous décrivons ci-après le projet SIMPA en respectant le déroulement des étapes Six Sigma.

III.3.3 R0 : Définir

La phase R0 a consisté à décrire l'état des lieux à l'issue du développement de SEAMI, afin de poser les bases fonctionnelles de SIMPA. Le Tableau 6 résume cette analyse. Nous avons limité le cadre de ce projet à deux sujets de formation interne : le clean concept pour la phase R3 et l'auto-maintenance[122] pour tester la robustesse du produit en phase R4.

[121] Le temps moyen d'un projet Six Sigma à TIV est de 9 mois.

[122] Méthode de travail donnant aux opérateurs les moyens d'effectuer une maintenance de premier niveau (actions préventives ou curatives de faible complexité) sur leur poste de travail. Son application assure une meilleure gestion globale de la maintenance dans l'entreprise, notamment en ce qui concerne la mobilisation des techniciens de maintenance pour des tâches préventives ou curatives d'un niveau de complexité plus élevé.

Revue R0	
Quel est le problème ?	L'outil de formation SEAMI est limité : - son mode de questionnement est rigide : seuls des QCM sont utilisés, - son ergonomie actuelle ne garantit pas une utilisation en complète autonomie - la réduction du temps de présence du formateur à hauteur de 50% n'est pas atteinte
Qui sont les clients ?	Le RUP, le STP et l'EPIA concernés, ainsi que la cellule multimédia.
Quels sont les objectifs ?	Augmenter à hauteur de 50% le temps d'autonomie de l'apprenant pendant les phases de pré-test, d'apprentissage, et de post-test dans les actions de formation interne.
Quel est le champ d'application ?	Le clean concept pour la conception et la réalisation de l'outil, et l'auto-maintenance pour son développement (phase R4).
Quelles sont les données initiales ?	Ce sont les résultats du projet SEAMI : à la fois le produit réalisé et les données expérimentales recueillies.
Quel est le coût du projet ?	25.1 K€ (cf. annexe C)
Quels sont les effets principaux attendus ?	Economies de 13.8 K€ par an sur 42 K€ de coûts de qualité annuels (cf. annexe C).
Quels sont les autres effets attendus ?	Meilleure efficacité des formations : réduction du temps passé en formation par le(s) formateur(s) et les apprenants. Raccourcissement de l'apprentissage : réduction du temps entre la date d'arrivée d'un nouvel opérateur sur un poste et la date à laquelle il est complètement opérationnel. Adéquation des compétences aux spécifications du poste : réduction des coûts de non-qualité.

Tableau 6. Revue R0 du projet SIMPA

L'estimation des gains financiers a pris en compte d'une part la stricte comptabilisation horaire de conception et d'animation des formations (« coût de la qualité »), d'autre part l'estimation d'un « coût de non-qualité », à partir de données historiques de l'entreprise ; ce coût décrit des cas de retour sur investissement quasiment nul (un opérateur est formé sur un poste qu'il n'occupera finalement jamais, pas de mise en pratique suite à une formation théorique). Le détail des calculs du coût du projet ainsi que du retour financier attendu est donné en annexe C.

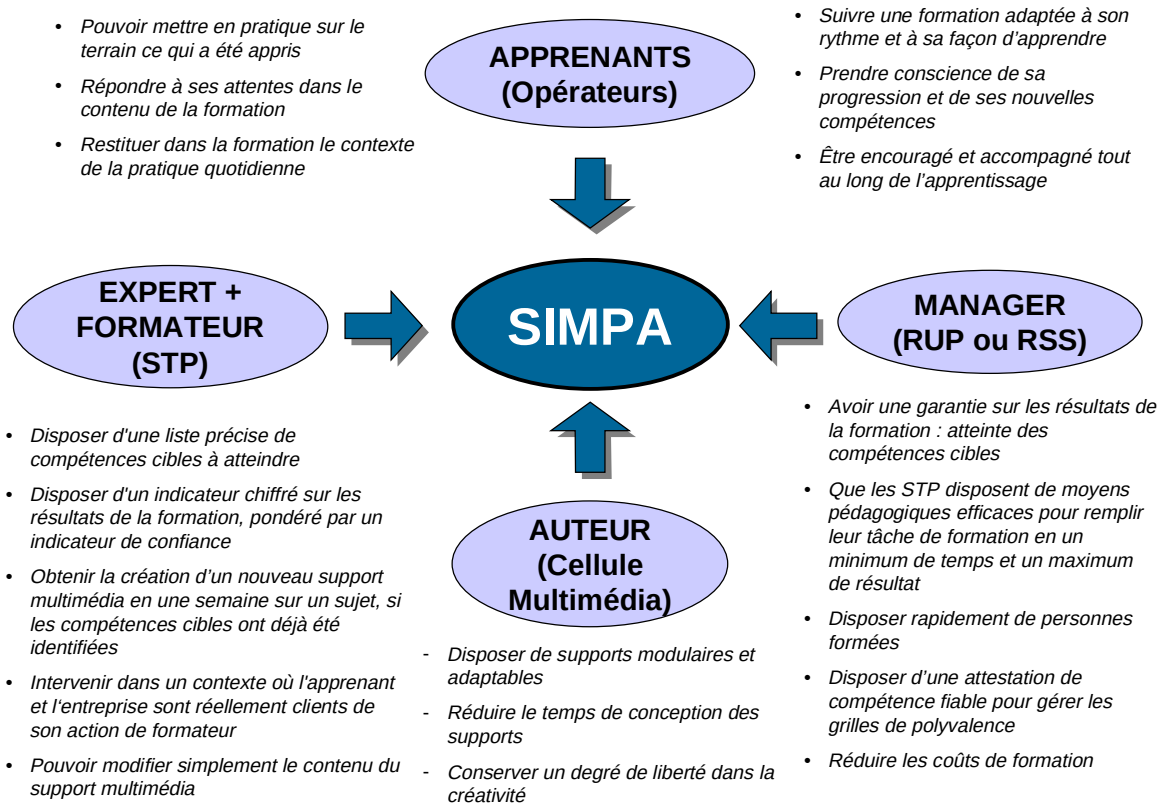


Figure 24. Les besoins pressentis des clients

Dans le cadre du R0, nous avons également procédé à une estimation des besoins des clients, c'est-à-dire de tous les acteurs de la formation : opérateurs (apprenants), STP (expert et formateur), RUP et RSS[123] (manager) et cellule multimédia (auteur et quelquefois formateur). Cette estimation est directement issue de la liste des besoins construite en partie I de ce mémoire, adaptée au contexte de TIV. La Figure 24 montre le caractère disparate des besoins pressentis, convergeant néanmoins vers les supports SIMPA. L'enjeu de la phase R1 est de vérifier la réalité de ces besoins, et résoudre les divergences identifiées, de manière à satisfaire dans la suite du projet l'ensemble des acteurs.

III.3.4 R1 : Mesurer

Nous avons effectué une réelle démarche de définition des « CTQ »[124], les éléments critiques pour la qualité : qu'est-ce qui est déterminant pour les clients dans la réussite du projet ? C'est en donnant la parole à une population représentative de ces clients, en particulier pour exprimer leurs besoins, que l'on obtient la réponse. La phase R1 s'est décomposée en quatre étapes: (i) recueil et traitement des besoins clients, (ii) définition et priorisation des fonctionnalités en réponse à ces besoins, (iii) analyse des risques de réalisation, et (iv) définition des outils pour mesurer la satisfaction des clients.

[123] Le RSS est un Responsable de Service Soutien (informatique, logistique, maintenance, etc.). Le RSS élargit notre cadre d'étude, puisqu'il ne manage pas directement des opérateurs.
[124] De l'anglais « Critical To Quality ».

III.3.4.1 Recueil des besoins

Un questionnaire a été proposé à un panel représentatif de chaque type de client[125] : 11 opérateurs (apprenants), 10 STP (experts et formateurs) et 6 RUP ou RSS (managers). Ce questionnaire comportait 2 volets : le premier listant les besoins pressentis que nous avons évoqués en R0, le second élargissant le recueil à d'autres besoins non mentionnés (réponse libre). Chaque personne interrogée a donné un degré d'importance à chaque besoin. Cette pondération nous a permis d'établir une hiérarchie entre les différents besoins exprimés. Les résultats complets de l'enquête sont consignés dans l'annexe D ; voici pour illustration le tiercé des besoins de chaque acteur :

Apprenants :

1. Pouvoir mettre en pratique sur le terrain ce que j'ai appris
2. Suivre une formation répondant à mes attentes
3. Retrouver dans la formation le contexte de ma pratique quotidienne

Experts et formateurs terrain :

1. Disposer d'une liste précise de compétences cibles à atteindre
2. Disposer d'un indicateur chiffré sur les résultats de la formation, pondéré par un indicateur de confiance
3. Obtenir la création d'un nouveau support multimédia en une semaine sur un nouveau sujet, si j'ai déjà identifié les compétences cibles

Managers :

1. Avoir une garantie sur les résultats de la formation : atteinte des compétences cibles
2. Que les STP disposent de moyens pédagogiques efficaces pour remplir leur tâche de formation en un minimum de temps et un maximum de résultat
3. Disposer rapidement de personnes formées

Il est surprenant au premier regard de constater que les STP (experts et formateurs terrain) ne sont pas eux-mêmes clients d'une réduction de leur temps de formateur ; ce besoin est uniquement exprimé par leur hiérarchie managériale, les RUP. Or, la pratique à TIV montre que les STP n'assurent pas entièrement leur rôle de formateur de terrain, précisément par manque de temps ! Ce résultat mettrait-il en doute notre enquête ? On ne peut pas l'expliquer uniquement en remarquant que la proposition « réduction du temps formateur » ne faisait pas partie des besoins pressentis, mais également par des considérations psychologiques. C'est inconsciemment que les STP n'ont pas retenu ce besoin, car il relevait d'une auto-critique insupportable : la dévalorisation de leur travail de formateur. Demander de passer moins de temps sur une tâche n'est pas compatible, dans l'imaginaire collectif, avec une valorisation sur cette tâche[126]. L'efficience (les résultats obtenus en regard des investissements) est pourtant un des enjeux critiques de l'entreprise ; une prise de conscience reste à faire chez chacun des acteurs (du manager à l'opérateur).

[125] Hormis la cellule multimédia, pilote du projet ; ses besoins « pressentis » évoqués plus haut résultent en fait d'une analyse de ses besoins.

[126] Dans cet esprit, faire du bon travail est trop souvent considéré, aujourd'hui encore, comme y passer beaucoup de temps. Mais ceci n'est pas propre à l'entreprise : combien de parents se plaignent de leurs enfants, pourtant brillants élèves, qui « ne passent pas assez de temps à faire leur devoirs »…

On peut faire une seconde remarque, concernant le tiercé des besoins des opérateurs : les craintes vis-à-vis du multimédia n'y apparaissent pas. Cela s'explique de deux manières :

- l'outil informatique est de plus en plus utilisé en production, et tous les opérateurs sont désormais formés aux outils bureautiques ainsi qu'à l'environnement Windows ;
- les opérateurs estiment prioritaires la réponse à leurs attentes (objectifs de formation) et la qualité du contenu (en adéquation avec la réalité du terrain) par rapport à l'interface.

Notons cependant que les besoins relatifs au support multimédia apparaissent juste derrière, en quatrième (« Suivre une formation adaptée à mon propre rythme et à ma façon d'apprendre ») et cinquième position (« Convivialité et clarté du module multimédia », qui ne faisait d'ailleurs pas partie des besoins pressentis).

III.3.4.2 Définition des fonctionnalités de SIMPA

Chaque liste complète et pondérée des besoins (classée par ordre de priorité décroissante) constitue pour chaque client ses éléments critiques (CTQ). Le Six Sigma va déduire les fonctionnalités du produit en réponse à ces CTQ. Il s'agit de construire pour chaque client une **matrice QFD** (Quality Function Deployment), également appelée **« Maison de la Qualité »**, dans laquelle il est obligatoire d'associer une fonctionnalité à chaque besoin critique du client [Bre99].

Nous avons ainsi construit 3 matrices QFD ; elles sont présentées dans les pages suivantes. Les besoins critiques hiérarchisés (pondérés par les personnes interviewées) en ligne constituent les données d'entrée de la matrice ; en réponse à chacun d'eux, le concepteur de la matrice[127] définit en colonne des fonctionnalités caractéristiques (Fi) selon trois niveaux de prise en compte (faible, moyenne ou forte, soit 1, 3 ou 9 pts) qu'il évalue, éventuellement accompagnées de spécifications. L'objectif est **d'affecter au moins une fonctionnalité forte** (9 pts) **à chaque besoin critique**. On chiffre l'importance locale (pour le client auquel la matrice est dédiée, soit la somme des prises en compte de la colonne) et globale (pour tous les clients, soit la somme des importances locales de la colonne) de chaque fonctionnalité au bas de la matrice. De plus, le concepteur de la matrice attribue à chaque fonctionnalité un indice de difficulté (de 1 à 5) de réalisation technique ; la difficulté est soit d'ordre informatique (comment l'application multimédia va-t-elle pratiquer la médiation par exemple), soit d'ordre organisationnel (comment mettre en oeuvre le contrat pédagogique par exemple). Dans le premier cas, nos critères d'affectation ont été liés à notre connaissance du logiciel ToolBook et à ses possibilités ; dans le second, nous nous sommes basés sur l'expérience de la cellule multimédia en terme d'organisation d'actions de formation interne.

[127] Celui qui construit la matrice QFD est le pilote du projet Six Sigma, c'est-à-dire la cellule multimédia dans notre cas.

Matrice QFD *Apprenants*

Nom de la fonctionnalité / Indice de difficulté de réalisation	F2	F7	F14	F10	F11	F1	F12	F15	F20	F21	F3	F13	F8	F16		
Fonctionnalités	Procédure de mise en oeuvre et de suivi des actions de formation	Contrat pédagogique	Contenu basé sur des photos ou des vidéos, et mises en situation simulées	Pré-test initial suivi d'une adaptation du parcours	Usage du galop d'essai, exploité pour adapter la médiation	Fonctions de médiation intégrées informatiquement (compagnon / prof)	Parcours de formation découpé en séquences courtes	Contenu des écrans multimédias limité en couleurs et nombre d'éléments	Conception du contenu avec les STP et validé par les opérateurs formateurs	Charte de navigation standardisée à tous les supports multimédias	Organisation et diversification du parcours selon les compétences cibles	Organisation des séances de formation en briefing / débriefing	Suivi automatique de la procédure de mise en oeuvre	Système informatique de recueil des questions pendant la phase d'autonomie		
	2	1	1	3	4	5	2	1	1	2	5	2	3	2		
Besoins (CTQ) / **Poids**															**Locale**	**Globale**
Pouvoir mettre en pratique sur le terrain ce que j'ai appris	●												⊙		53	144
Pouvoir suivre une formation en lien avec mes attentes	⊙	●										⊙	⊙		38	81
Retrouver dans la formation le contexte de ma pratique quotidienne			●						⊙						38	38
Suivre une formation adaptée à mon propre rythme et à ma façon d'apprendre				⊙	●	●	⊙				●			○	12	49
Convivialité et clarté du module multimédia					⊙	●	●	●	○	⊙	⊙				47	47
Prendre conscience de ma progression et de mes nouvelles compétences						●					⊙	⊙			151	201
Etre encouragé et accompagné dans mon apprentissage						●						⊙		⊙	45	45
Guidage et analyse des erreurs par l'outil multimédia						●						⊙			16	16
Avoir des réponses précises et rapides à mes questions												⊙		●	34	34
Importance	144	81	38	49	47	201	46	34	16	11	137	45	72	29		
Spécifications	Intégré à l'usage du module	Intégré à l'usage du module		Mode test / mode apprenant		Doit assurer les 16 critères de la médiation	Moins de 5min par écran	4 couleurs et 7 éléments par écran maxi.			Déterminer les différents types d'activités		Intégré dans le module			

Prise en compte du besoin par la fonction ou la caractéristique : ○ 1 ⊙ 3 ● 9

Figure 25. Matrice QFD dédiée aux apprenants

Matrice QFD
Experts et formateurs terrain

Nom de la fonctionnalité	F2	F3	F4	F5	F9	F7	F18	F19	F10	F6	F8
Indice de difficulté de réalisation	2	5	2	4	4	1	2	4	3	2	3
Fonctionnalités	Procédure de mise en oeuvre et de suivi des actions de formation	Organisation et diversification du parcours selon les compétences cibles	Calcul d'un score à partir des réponses données par l'apprenant	Calcul d'un intervalle de confiance sur le score à partir des données comportementales	Structure du support indépendante du contenu	Contrat pédagogique	Procédure de création et d'adaptation du modèle informatique	Procédure simplifiée de mise à jour des modules multimédias	Pré-test initial suivi d'une adaptation du parcours	Mesure de compétence terrain concertée (apprenant / STP / RUP) sur 3 axes : conformité - aisance -	Suivi automatique de la procédure de mise en oeuvre
Besoins (CTQ) / **Poids**											
Pouvoir disposer d'une cible précise de formation (compétences à atteindre) — 4,6	●	●									
Disposer d'un indicateur chiffré sur les résultats de la formation, pondéré par un indicateur de confiance — 3,7			●	●						●	
Obtenir en 15j la création d'un nouveau support multimédia, si j'ai déjà identifié les compétences cibles — 3,5					●		⊙				
Intervenir dans un contexte où l'apprenant et l'Entreprise sont vraiment clients de mon action — 3,5	●					●					
Découper la formation en compétences cibles — 2,4		●									
Pouvoir modifier moi-même le contenu du support multimédia — 2,2					⊙		⊙	●			
Connaître le niveau de l'apprenant pour adapter la formation — 2		○	⊙	○					●		
Assurer un suivi des actions de formation — 2	●									●	●
Spécifications	Intégré à l'usage du module	Déterminer les différents types d'activités	Echelle de résultat sur 7 niveaux							Echelle EMSE	
Importance — Locale	91	65	39	35	38	32	17	20	18	51	18
Importance — Globale	144	137	118	104	55	81	23	20	49	92	72

Prise en compte du besoin par la fonction ou la caractéristique : ○ 1 ⊙ 3 ● 9

Figure 26. Matrice QFD dédiée aux experts et formateurs de terrain

Matrice QFD *Managers*

Nom de la fonctionnalité	F4	F5	F8	F3	F10	F6	F17	F18	F9	F1	F7
Indice de difficulté de réalisation	2	4	3	5	3	2	1	2	4	5	1
Fonctionnalités	Calcul d'un score à partir des réponses données par l'apprenant	Calcul d'un intervalle de confiance sur le score à partir des données comportementales	Suivi automatique de la procédure de mise en oeuvre	Organisation et diversification du parcours selon les compétences cibles	Pré-test initial suivi d'une adaptation du parcours	Mesure de compétence terrain concertée (apprenant / STP / RUP) sur 3 axes : conformité - aisance -	Modules multimédias disponibles en permanence sur le réseau informatique	Procédure de création et d'adaptation du modèle informatique	Structure du support indépendante du contenu	Fonctions de médiation intégrées informatiquement (compagnon / prof)	Contrat pédagogique
Besoins (CTQ) / **Poids**											
Avoir une garantie sur les résultats de la formation : atteinte des compétences cibles (3.9)	●	●									
Que les STP disposent de moyens pédagogiques efficaces pour remplir leur tâche de formation (3.6)	○	○		○	⊙		⊙			●	⊙
Disposer rapidement de personnes formées (2.8)			⊙	⊙	⊙						
Disposer d'une attestation de compétence fiable pour gérer les grilles de polyvalence (2.8)	●	●	⊙			●					
Référentiel de formation disponible pour tous (1.9)							●				
Pouvoir réduire les coûts de formation (1.9)			⊙					⊙	●	●	
Positionnement sur les compétences (1.7)	●	⊙	⊙			●					
Spécifications	Echelle de résultat sur 7 niveaux			Déterminer les différents types d'activités		Echelle EMSE	Mode libre-service ou formation			Doit assurer les 16 critères de la médiation	
Importance Locale	79	69	28	12	19	41	28	6	17	50	11
Importance Globale	118	104	72	137	49	92	28	23	55	201	81

Prise en compte du besoin par la fonction ou la caractéristique : ○ 1 ⊙ 3 ● 9

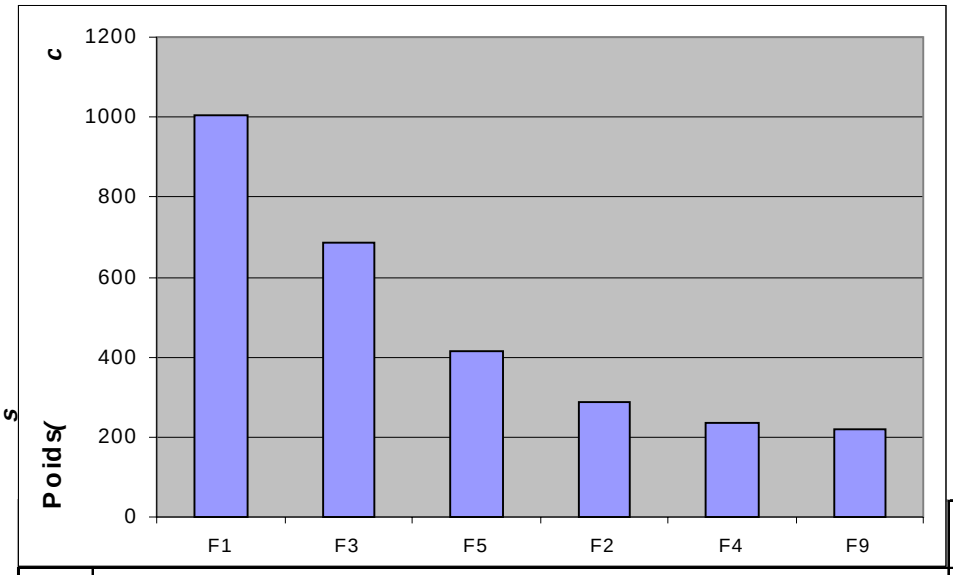
Figure 27. Matrice QFD dédiée aux managers

Sur chaque matrice, nous avons coloré pour mieux les identifier les fonctionnalités réalisées spécifiquement pour chaque type de client, c'est-à-dire celles dont l'importance locale est égale à l'importance globale.

III.3.4.3 Hiérarchisation des fonctionnalités

La démarche de conception Six Sigma utilise le Pareto comme outil de planification dans la réalisation des fonctionnalités définies dans les matrices QFD. Outil de visualisation, d'analyse et d'aide à la décision, le Diagramme de Pareto permet de représenter l'importance relative de différents phénomènes lorsqu'on dispose de données quantitatives. Il prend la forme d'un histogramme en barres classées par ordre décroissant, déterminant l'importance relative des différents faits et en établissant des ordres de priorité sur les causes. Statisticien italien, Wilfredo Pareto (1848-1923) a montré que dans une large majorité des situations, un petit nombre de facteurs a une influence majeure sur les résultats. C'est la loi dite des 80-20, où 20% des facteurs sont responsables de 80% des effets. Cette répartition inégale se retrouve souvent et permet de distinguer les problèmes importants de ceux qui le sont moins. Cette priorisation des problèmes a pour but de choisir les actions prioritaires à effectuer et donc de concentrer son attention sur les difficultés importantes à prendre en compte.

Les matrices QFD donnent une première hiérarchie de nos 21 fonctionnalités ; elles sont nommées de la plus importante pour le client (F1 : fonctions de médiation intégrées informatiquement) à la plus anecdotique (F21 : rédaction d'une charte normalisant la navigation dans tous les supports multimédias). Mais l'intérêt du Six Sigma est de fournir des outils d'aide à la conception, en particulier un planning intégrant à la fois l'importance pour le client et la difficulté de réalisation. Les fonctionnalités sont donc classées dans un Pareto multipliant leur importance globale par leur indice de difficulté de réalisation. Ainsi, l'exploitation de la matrice QFD structure la démarche de conception en donnant un tableau de marche sur l'ordre des opérations. La Figure 28 en donne les six premières étapes.



		score clients	indice difficulté
F1	Fonctions de médiation intégrées informatiquement (compagnon / prof)	201	5
F3	Organisation et diversification du parcours selon les compétences cibles	137	5
F5	Calcul d'un intervalle de confiance sur le score à partir des données comportementales	104	4
F2	Procédure de mise en oeuvre et de suivi des actions de formation	144	2
F4	Calcul d'un score à partir des réponses données par l'apprenant	118	2
F9	Structure du support indépendante du contenu	55	4

Figure 28. Le Pareto des six fonctionnalités prioritaires (sur 21)

III.3.4.4 Analyse des risques de réalisation

Outre la priorisation des fonctionnalités Fi, la revue R1 demande une étude de leurs compatibilités croisées, afin de cibler les risques éventuels dans la réalisation de fonctionnalités contradictoires. Pour cela, on construit ce que le Six Sigma appelle le « toit de la maison de la qualité », qui correspond à une matrice de corrélation entre toutes les fonctionnalités [Bre99]. Elle peut se construire directement sur la matrice QFD, en croisant les Fi comme indiqués sur la Figure 29. On note les corrélations de la manière suivante (une case vide dans le toit correspondant à une situation d'indépendance) :

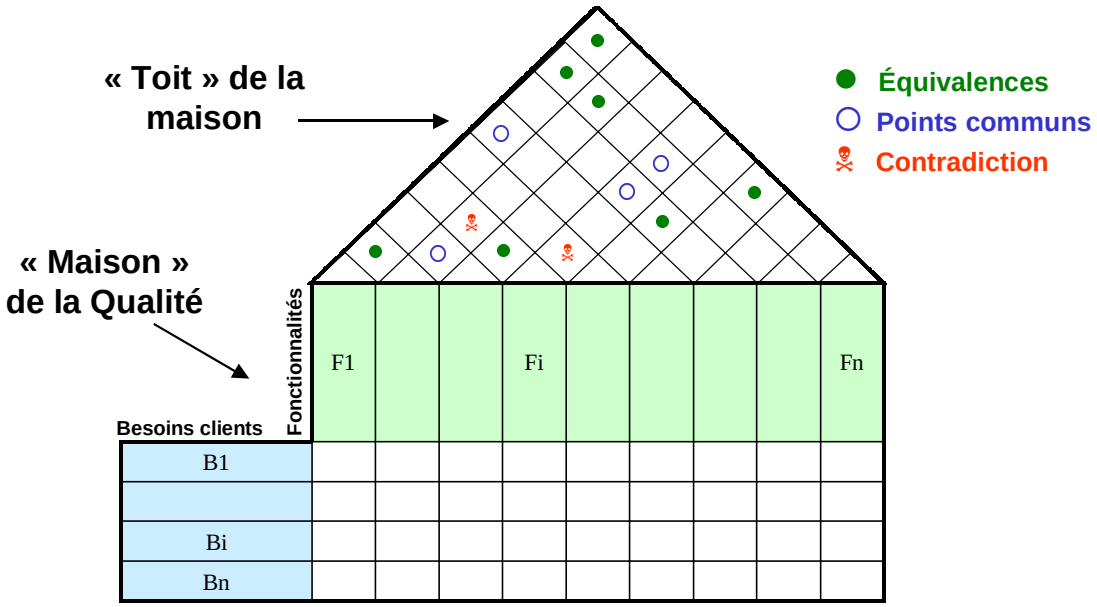
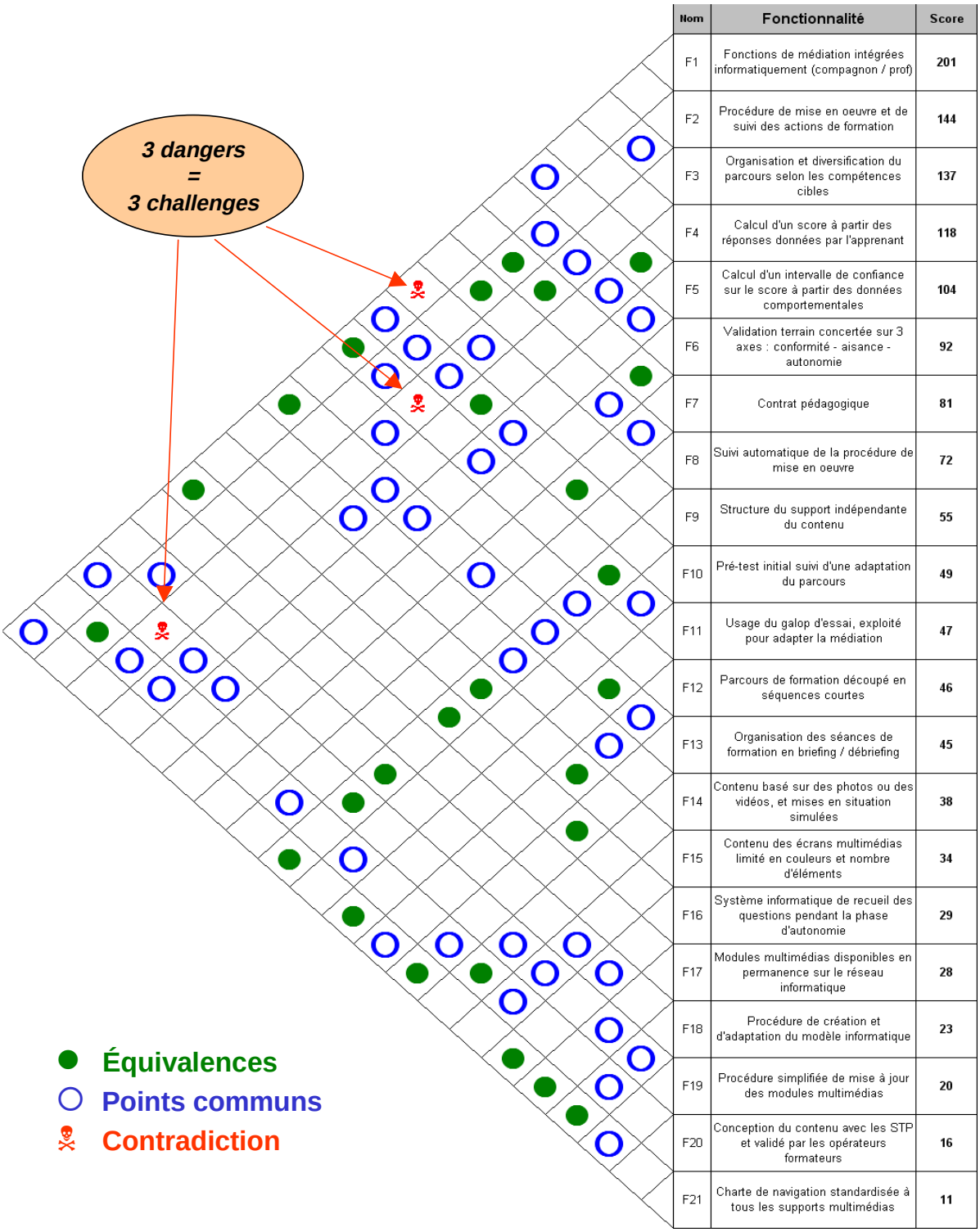


Figure 29. Corrélation des fonctionnalités : le « toit » de la maison de la qualité

Étant donné le grand nombre de nos fonctionnalités (21), il était important de pratiquer une telle analyse, afin de mieux apprécier la convergence de certaines fonctionnalités, et l'isolement de certaines autres. Mais l'intérêt est surtout de révéler des contradictions, qu'il faudra résoudre lors de la phase de réalisation. Nous avions, dans notre cas, 3 aspects *a priori* incompatibles (voir la Figure 30) :

1. développer des fonctions de médiation intégrées informatiquement (F1) tout en garantissant une structure du support indépendante du contenu (F9),
2. diversifier les types d'activités pédagogiques proposées (F3) tout en autorisant un usage du produit en autonomie par les apprenants grâce au galop d'essai (F11),
3. assurer une mise à jour facile des supports SIMPA (F19), tout en conservant la diversité des activités pédagogiques et la créativité de l'auteur des contenus (F3).



Nom	Fonctionnalité	Score
F1	Fonctions de médiation intégrées informatiquement (compagnon / prof)	201
F2	Procédure de mise en oeuvre et de suivi des actions de formation	144
F3	Organisation et diversification du parcours selon les compétences cibles	137
F4	Calcul d'un score à partir des réponses données par l'apprenant	118
F5	Calcul d'un intervalle de confiance sur le score à partir des données comportementales	104
F6	Validation terrain concertée sur 3 axes : conformité - aisance - autonomie	92
F7	Contrat pédagogique	81
F8	Suivi automatique de la procédure de mise en oeuvre	72
F9	Structure du support indépendante du contenu	55
F10	Pré-test initial suivi d'une adaptation du parcours	49
F11	Usage du galop d'essai, exploité pour adapter la médiation	47
F12	Parcours de formation découpé en séquences courtes	46
F13	Organisation des séances de formation en briefing / débriefing	45
F14	Contenu basé sur des photos ou des vidéos, et mises en situation simulées	38
F15	Contenu des écrans multimédias limité en couleurs et nombre d'éléments	34
F16	Système informatique de recueil des questions pendant la phase d'autonomie	29
F17	Modules multimédias disponibles en permanence sur le réseau informatique	28
F18	Procédure de création et d'adaptation du modèle informatique	23
F19	Procédure simplifiée de mise à jour des modules multimédias	20
F20	Conception du contenu avec les STP et validé par les opérateurs formateurs	16
F21	Charte de navigation standardisée à tous les supports multimédias	11

Figure 30. Le toit de la maison de la qualité pour SIMPA

Nous verrons en phase R3 comment « effacer » ces 3 contradictions, du moins s'en accommoder au mieux, notamment par l'intermédiaire d'autres fonctionnalités.

III.3.4.5 Mesure de la satisfaction client

Grâce au Six Sigma, nous décelons très tôt dans la phase de conception les points essentiels de la satisfaction future des clients, et donc de la réussite du projet. Cela se traduit naturellement par la mise en place d'indicateurs de satisfaction client, chacun accompagné d'une spécification (seuil de satisfaction). Les axes de satisfaction client sont directement issus des objectifs du projet. C'est premièrement répondre durablement aux besoins des clients sur SIMPA récoltés en phase R1, deuxièmement valider l'efficacité sur le terrain d'une formation effectuée sur support SIMPA, troisièmement vérifier la réduction effective de la moitié du temps d'animation du formateur. Nous avons indicé ces 3 axes de satisfaction Yi :

1. **Acceptabilité d'une formation en terme de besoins spécifiques (Y1) :** nous proposons à chaque client un questionnaire sur ses 5 besoins principaux, selon 5 niveaux de satisfaction (les questionnaires sont présentés en partie IV, page 158 et suivantes) :

« Au terme de cette formation mise en œuvre avec support multimédia, sur mon besoin N°... , j'ai été : »

0 Jamais satisfait
1 Peu satisfait
2 Moyennement satisfait
3 Satisfait
4 Très satisfait

Nous avons fixé la spécification à **Y1 ≥ 2 en moyenne** : tous les questionnaires qui nous seront renvoyés devront refléter sur les 5 besoins du client une note moyenne de 2 sur 4.

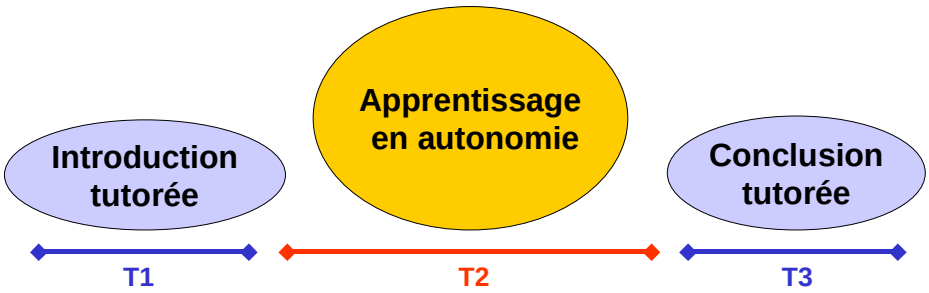
2. **Acceptabilité d'une formation en terme de résultats (Y2) :** nous organisons une réunion bilan entre l'opérateur apprenant, le STP, le RUP et le formateur (si différent du STP), après quelques semaines de mise en pratique terrain ; elle se traduit par une validation concertée des compétences sous la forme d'une évaluation à 6 niveaux, séparément sur 3 thèmes : **conformité, aisance et autonomie au poste de travail** :

« Au terme de cette formation, après mise en pratique, sur le thème (Conformité / Aisance / Autonomie), le niveau de compétence atteint se révèle : »

0 Niveau débutant
1 Insuffisant
2 Moyennement satisfaisant
3 Satisfaisant
4 Très satisfaisant
5 Exemplaire

Nous avons fixé la spécification à **Y2 ≥ 2 sur chaque thème**.

3. **Acceptabilité d'une formation en terme de réduction du temps du formateur** : nous vérifions que son temps global de présence n'excède pas 50% de la durée de la formation.



$$Y3 = \frac{T2}{T1 + T2 + T3} = \frac{\text{temps de formation en autonomie}}{\text{temps total de formation}}$$

Comme cela avait été défini dans le cahier des charges du projet SIMPA, nous avons fixé la spécification à **Y3 ≥ 0.5**.

III.3.5 R2 : Analyser

Définir le design global du produit s'est articulé autour de la fonctionnalité principale F1 de SIMPA, à savoir intégrer informatiquement des fonctions de médiation. Il n'a pas été nécessaire d'organiser un brainstorming avec les futurs utilisateurs de SIMPA, étant donné le nombre d'idées et de suggestions (sous forme de besoins) qu'ils avaient déjà exprimés lors de l'enquête de la phase R1 (cf. annexe D). On peut compiler ainsi ces suggestions :

- présenter le fonctionnement de chaque exercice nouveau (donner les règles du jeu),
- faire les transitions entre les écrans, en proposant une suite de navigation logique,
- expliquer et exploiter les erreurs commises par l'apprenant,
- capter les éventuels blocages ou incompréhensions, les identifier et les traiter.

Pour ce faire, nous nous sommes basés sur la pratique pédagogique de la médiation en réponse à l'activité mentale de l'apprenant. Nous proposons un modèle d'application sous la forme de 2 tuteurs pédagogiques informatisés : le **professeur** et le **compagnon** ; il s'ensuit l'architecture globale du dispositif.

III.3.5.1 Critères de la médiation et activité mentale

Pour adapter informatiquement les critères de la médiation (repérage, régulation et reconnaissance ; voir le chapitre II.3.2.2), nous les avons classés chronologiquement. Annie Cardinet décrit 3 phases de l'activité mentale de l'apprenant lors de la résolution des activités pédagogiques qui lui sont proposées [Car95] :

1. **« J'instruis » :** l'apprenant prend connaissance de l'environnement, de la nature et des données du problème posé.
2. **« J'élabore » :** l'apprenant met en jeu ses mécanismes cognitifs pour résoudre la difficulté ; cette phase ne se traduit pas forcément par une activité comportementale observable.
3. **« J'agis » :** l'apprenant déclare, matérialise sa réponse.

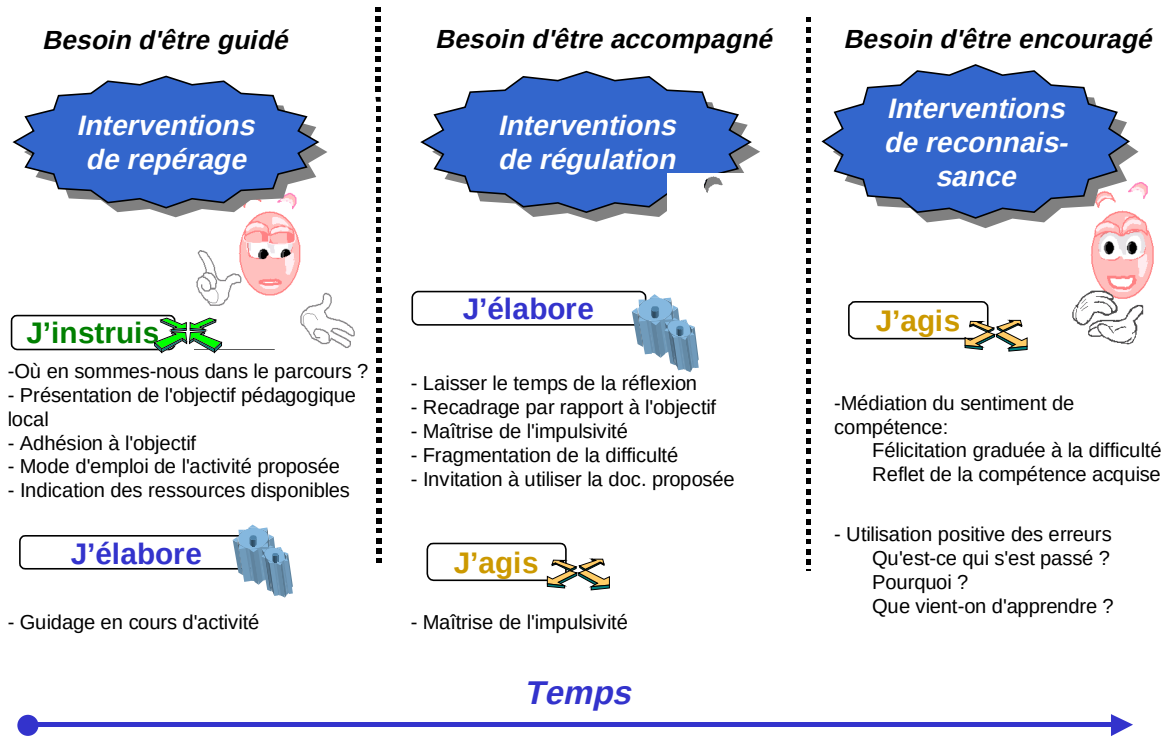


Figure 31. Les critères de la médiation en réponse à l'activité mentale de l'apprenant

Ce découpage temporel nous fournit un modèle simple et exploitable informatiquement pour définir les fonctionnalités de médiation à incorporer aux supports SIMPA ; elles sont décrites par la Figure 31, qui intègre les critères de la médiation.

III.3.5.2 Les acteurs de la médiation

Comme l'organisation pédagogique de SIMPA se décompose en deux séquences, les acteurs de la médiation seront de deux types : les **formateurs humains** et les **tuteurs informatisés**. Les premiers restent les principaux médiateurs dans les formations au poste de travail ; ils ont un rôle de planification, d'organisation pédagogique (briefing), de discussion finale et d'évaluation de l'apprentissage (débriefing). Mais intéressons-nous à la période d'absence du ou des tuteurs humains, période durant laquelle il demeure indispensable de prolonger la médiation pédagogique.

Pour pallier l'absence du formateur en cours de séance d'apprentissage, nous avons créé 2 tuteurs informatisés : le professeur et le compagnon. Ce binôme a une **double fonction** : d'une part dynamiser les interventions des personnages (qui va intervenir ? à quels moments ?) en ménageant des possibilités de dialogue entre eux, d'autre part révéler pleinement la dualité du médiateur idéal : à la fois se mettre à la place de l'apprenant, et le guider dans sa réflexion et son parcours de formation. Ainsi :

Le professeur est à l'image des guides classiques développés dans des environnements d'apprentissage interactif ou dans les CD-ROM éducatifs : c'est le « juge de paix » qui donne le mode d'emploi de chaque activité, et connaissant les solutions, manifeste sa joie lors des bonnes réponses de l'apprenant.

Le compagnon est le régulateur « complice » (il ne juge pas) du comportement de l'apprenant : il s'inspire du modèle pédagogique du « learning companion » [ABO 98]. Il n'a pas la réponse aux exercices, mais dispose toujours de son livre des ressources, accessible en permanence. Très curieux, il ne manque pas de demander au professeur l'utilité de chaque nouvel écran (objectifs pédagogiques).

Afin de réagir aux actions de l'apprenant, le professeur et le compagnon disposent de capteurs comportementaux classiques : mesure de temps, nombre d'essais pour répondre à une question, pages consultées dans le livre de ressources, aides consultées, etc. Nous les détaillerons par le biais d'un exemple de médiation dans la description de la phase R3.

III.3.5.3 Structure des supports SIMPA :

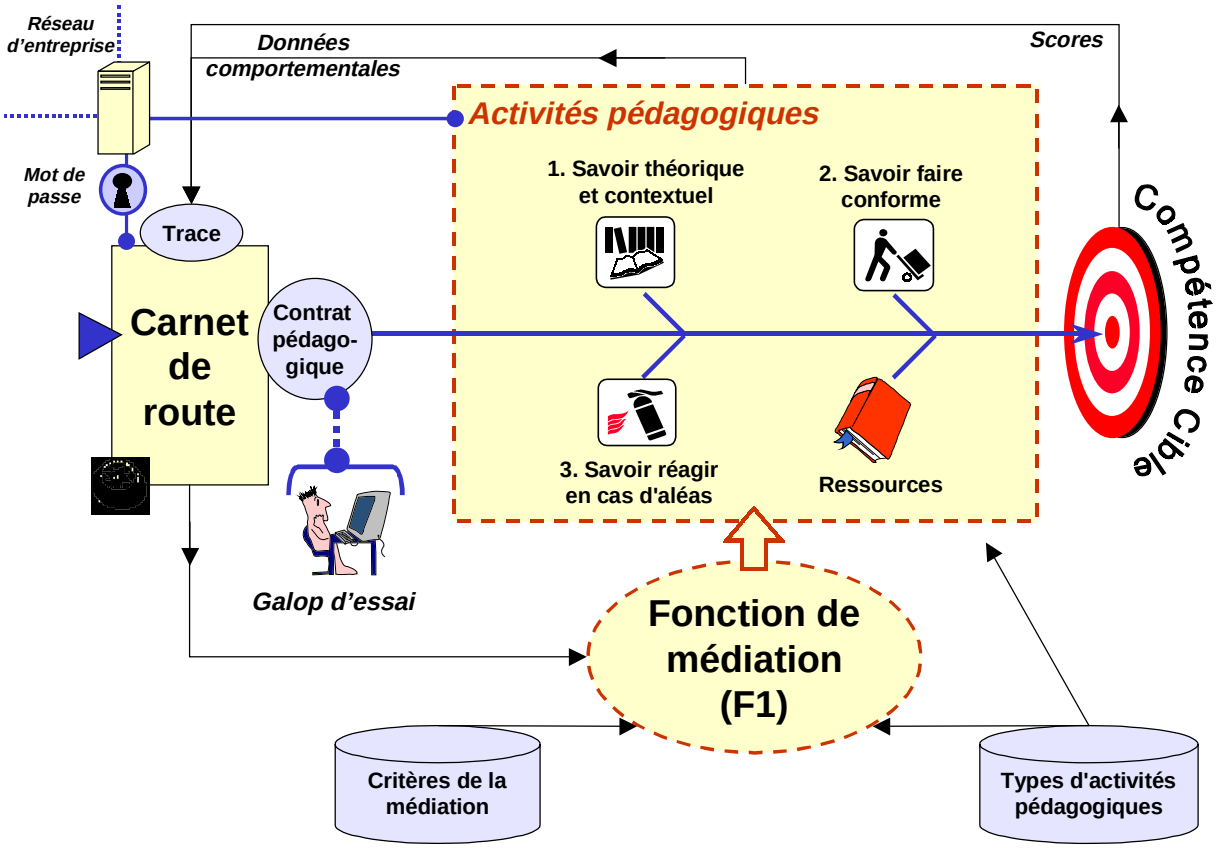


Figure 32. Structure d'une formation sur support SIMPA

Le cœur d'une formation de type SIMPA est constitué du **carnet de route** informatisé, qui contient le contrat pédagogique et le suivi de l'action de formation (journal de la formation, traceurs informatiques, scores). Grâce à son carnet de route sécurisé par un mot de passe, l'apprenant navigue pour chaque compétence cible dans les livres dédiés aux activités pédagogiques. Les données comportementales de l'apprenant sont exploitées pour lui fournir,

via le professeur et le compagnon, un feedback spécifique à chaque activité pédagogique. La fonction de médiation F1 puise ainsi dans deux bases de données : les critères de la médiation et la bibliothèque d'activités pédagogiques (détaillée au paragraphe III.3.6.4). Enfin, un livre est dédié à toutes les ressources documentaires, sous forme textuelles ou multimédia ; elles sont élaborées par l'expert technique du domaine en concertation avec l'auteur et le formateur.

III.3.6 R3 : Concevoir

Le design détaillé de SIMPA s'est effectué en construisant un prototype traitant des compétences cibles de base pour le clean concept : (i) *« Mettre les chaussures Salle Propre »*, (ii) *« Mettre la tenue Salle Propre »*, (iii) *« Port du masque et des gants »*, (iv) *« Communiquer en Salle Propre »*. Les 4 prototypes ont été testés par des volontaires en situation de formation simulée, et améliorés à la lumière des résultats de ces expériences. Après une présentation du logiciel d'intégration multimédia utilisé, nous détaillons l'environnement de formation et la bibliothèque d'activités pédagogiques nécessaires à la conception de supports. Enfin, nous décrivons le mécanisme caché de la médiation et les modes d'utilisation de SIMPA : test, apprentissage et solution.

III.3.6.1 L'outil d'intégration multimédia : TOOLBOOK

Comme bien souvent dans le domaine de la recherche en pédagogie, le choix du logiciel d'intégration multimédia n'est pas issu d'une étude comparative raisonnée de la valeur intrinsèque du produit par rapport à d'autres produits du marché. Historiquement, ToolBook est l'outil utilisé avec bonheur à TIV depuis 1995 ; s'il n'y a pas eu de choix, c'est parce que nous savions pertinemment que le logiciel correspondait à ce que nous attendions implicitement d'un tel outil.

Le logiciel ToolBook, conçu à l'origine par la société américaine Asymetrix[128], est basé sur la métaphore du **« livre »**[129] : chaque livre ToolBook est composé d'une suite de pages à travers lesquelles l'utilisateur navigue, en cliquant sur des boutons, des liens hypertextuels et autres objets. Bien qu'il soit ainsi relativement aisé de créer rapidement un didacticiel de type présentation comme sous PowerPoint de Windows, le recours à la programmation s'impose dès que l'on souhaite introduire une dose significative d'interactivité. Pour cela, ToolBook dispose de son propre langage orienté objet : **l'OpenScript**. Il offre de multiples possibilités : créer et gérer entièrement des boîtes de dialogue, animer tous types d'objets à l'écran, piloter une application. On peut par exemple contrôler Excel depuis ToolBook par le script (cela a été très pratique pour construire automatiquement nos tableaux de données pour les phases expérimentales de recueil des données). Voici résumés les **principaux atouts de ToolBook** à nos yeux :

- une totale liberté de mise en page,
- une intégration multimédia très fonctionnelle : compatibilité graphique maximale, option transparence des objets très utile, fonctions son et vidéo intégrées,
- un langage de programmation très puissant et simple à utiliser, qui intègre le code source de Windows,

[128] Aujourd'hui rachetée par la société Click2Learn.
[129] Métaphore que ToolBook reprend à l'environnement *HyperCard*, développé pour Macintosh.

- une structure hiérarchique (voir figure ci-dessous ; les niveaux en pointillés ne sont pas présents par défaut) pour élever dès que possible le niveau de rédaction des scripts, qui deviennent partagés par plusieurs objets (gérés par le même code) : il s'ensuit une simplification des mises à jour,

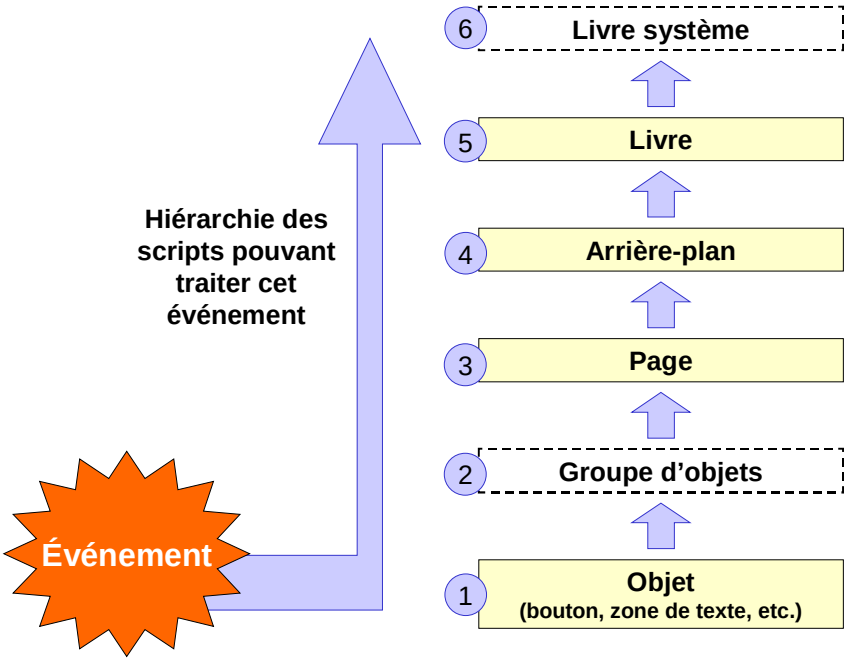


Figure 33. Hiérarchie des scripts attachés aux éléments dans ToolBook

- pas de limite quant à la taille d'une application, puisqu'il est très facile d'ouvrir un livre depuis un autre de manière transparente pour l'utilisateur ; il est recommandé de décomposer une application « lourde » en plusieurs entités interdépendantes plus « légères »,
- une « boîte à outils » (les *widgets*) offrant une grande variété de types d'activités directement utilisables (et modifiables à volonté), tels que QCM, glisser/déplacer, appariements d'objets,
- la possibilité d'enregistrer la trace des actions effectuées par les apprenants (fonctionnalité indispensable pour nos travaux de recherche),
- l'existence d'une base de connaissance très fournie et vivante sur Internet, régulièrement alimentée par les programmeurs du monde entier.

III.3.6.2 Les livres créés pour SIMPA

Nous avons exploité l'avantage de ToolBook à pouvoir **morceler une application en de nombreux livres**. Ainsi, chaque formation SIMPA ne comporte pas moins de 7 livres ToolBook, mais **cette structure modulaire est transparente** pour l'apprenant et le formateur. On distingue (cf. Figure 34) :

- ***Démarrer*** : c'est le livre d'ouverture d'une session SIMPA. L'apprenant s'y identifie, afin de créer ou poursuivre sa formation.
- ***Carnet de route*** : on y retrouve tous les éléments déjà décrits : contrat pédagogique, parcours, journal de la formation.

- Les 3 livres d'activités pédagogiques (***contexte***, ***savoir-faire*** et ***aléas***) : ils constituent le cœur de la formation ; l'apprenant doit les parcourir en totalité pour acquérir une compétence cible.
- ***Ressources*** : c'est le livre de référence pour l'apprenant ; il contient la plupart des réponses aux questions posées.
- ***Autoform*** : ce dernier livre est particulier, c'est un **livre système**. Unique sur le réseau informatique de l'entreprise, il contient les scripts et ressources (fenêtres de dialogue, dessins des médiateurs, etc.) de fonctionnement de tous les supports SIMPA du réseau.

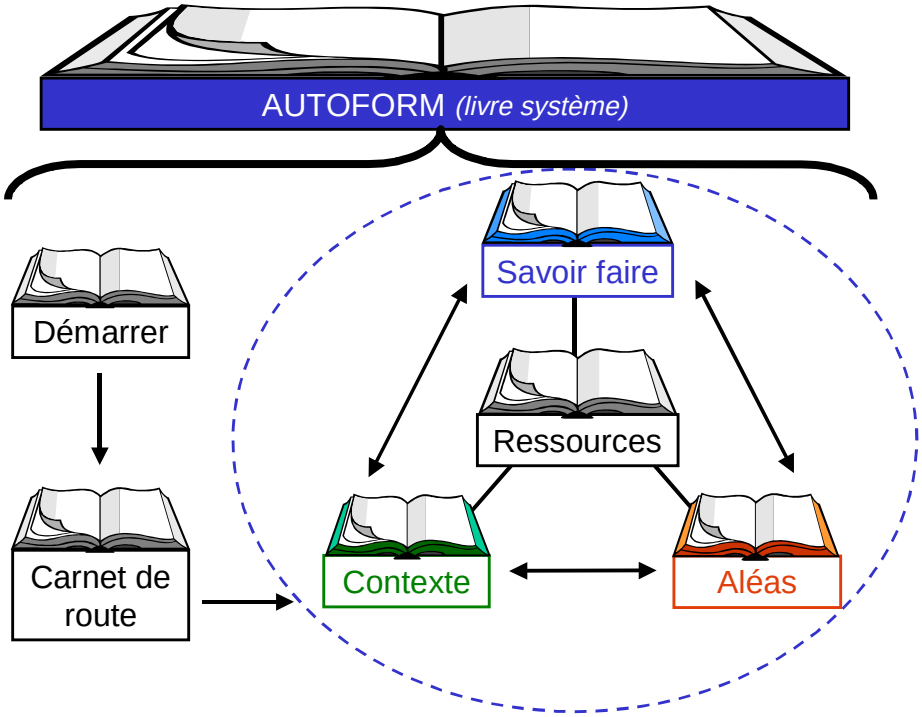


Figure 34. Les 7 livres ToolBook qui composent SIMPA

III.3.6.3 L'interface « SIMPA »

Chaque écran qui propose une activité pédagogique reprend la même interface ; pour donner un repère supplémentaire à l'apprenant, la couleur de fond est caractéristique du type savoir : vert pour les connaissances et le contexte, bleu pour le savoir faire, jaune pour le comportement en cas d'aléas. L'interface est constituée d'éléments directement issus des besoins en fonctionnalités révélés par la matrice QFD des apprenants. On y retrouve (cf. Figure 35) :

① l'espace réservé à **l'activité pédagogique** (voir la liste des activités au paragraphe suivant) ;
② **le professeur et le compagnon** ; seul leur visage est animé ;
③ la **boussole** du professeur : elle symbolise la navigation. C'est le moyen pour l'apprenant de retourner à son carnet de route à la fin du parcours de chaque compétence cible afin de se réorienter vers une autre compétence ;
④ le **livre des ressources** du compagnon ; il rassemble toutes les ressources documentaires utiles au parcours des activités pédagogiques ;

⑤ le **score** : il permet à l'apprenant de situer sa progression (en petits caractères est mentionné le score maximal que l'apprenant peut atteindre ; il varie en fonction de la page en cours) ;

⑥ le **post-it** : c'est le moyen de communication asynchrone entre l'apprenant et le formateur momentanément absent ; ce dernier prend connaissance des questions ou remarques formulées par l'apprenant sur les post-it pour y répondre dans la phase de débriefing ;

⑦ la décomposition **Contexte / Savoir faire / Aléas** ; chaque icône est un lien vers le type de savoir correspondant, au sein de la compétence cible traitée (ici *« Mettre la tenue Salle Propre à TIV »*) ;

⑧ le **plateau** : tenu par le professeur, il est le moyen récurrent de démarrer chaque activité pédagogique.

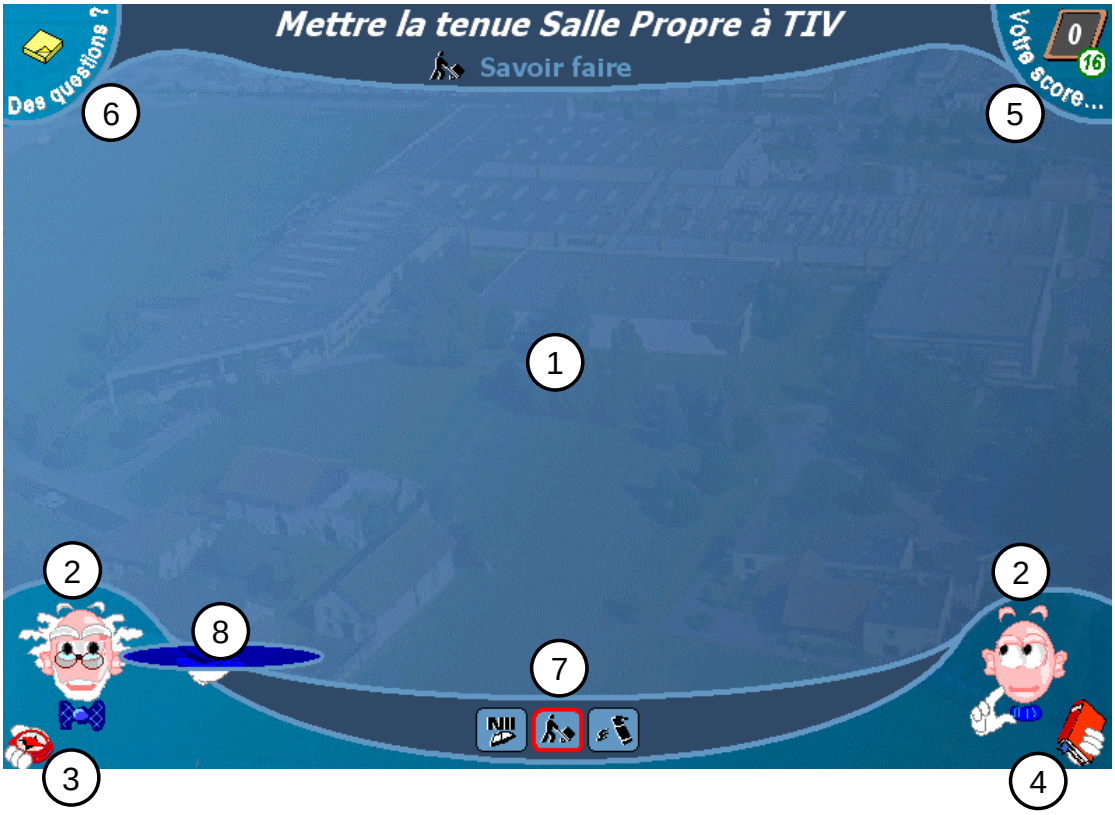


Figure 35. L'environnement SIMPA de médiation

Les livres démarrer, carnet de route et ressources ont des interfaces spécifiques (normalisée pour les 2 premiers livres, libre pour le livre des ressources) ; tous ces livres ne disposent pas des fonctions de médiation (le professeur et le compagnon sont absents).

III.3.6.4 Une bibliothèque d'activités pédagogiques

Les modules SIMPA sont conçus autour d'une structure fixe de décomposition des savoirs sur laquelle l'auteur vient greffer, en concertation avec l'expert technique, une **collection d'activités pédagogiques adaptées**. Elles sont extraites d'une bibliothèque de modèles, composée des types suivants :

- Glisser–déplacer des étiquettes (textes, photos, vidéos ou sons) sur des emplacements, de façon :

    - séquentielle (respecter un ordre d'opérations)
    - catégorielle (toutes sortes de classements en plusieurs catégories)
- Répondre directement à un Questionnaire à Choix Multiples (QCM)
- Répondre à un QCM déclenché par un mot clé proposé au clavier
- Compléter une phrase à trous
- Reconstruire un puzzle
- Remplir une grille de mots croisés*
- Reconnaître des zones actives sur une image*
- Relier par paires*
- Valider ou infirmer une assertion*
- Extraire les bons éléments d'une liste donnée*

Les activités marquées d'un astérisque (*) sont modélisées, mais restent à être instrumentées en vue de la médiation[130]. Cette liste évolutive nous donne un large champ d'application et de création. À chaque activité sont liés des paramètres utiles au mécanisme de médiation que nous allons détailler.

III.3.6.5 Le mécanisme de la médiation

Les deux tuteurs informatisés se répartissent les interventions de médiation. Nous les avons doté d'une dimension réaliste (*life-like behaviour*), dont certaines études montrent les implications positives au niveau de la motivation de l'apprenant [MML00]. Le professeur et le compagnon présentent donc les fonctions suivantes :

- **Une attention permanente aux actions de l'apprenant** : les yeux des tuteurs suivent les trajets de la souris, ils apportent conseils et informations sur des zones actives de l'écran ou sur l'activité pédagogique en cours.
- **Une diversité des expressions faciales** : les tuteurs sont immobiles (chacun dans un coin en bas de l'écran), mais disposent d'un panel d'une vingtaine d'expressions différentes[131]. Les éléments animés sont les yeux, les cils, les sourcils, la bouche et une main. Pour le moment, ils ne s'expriment pas directement par la parole, mais par des bulles à l'écran.
- **Une interactivité dans le parcours de l'apprenant** : correction des activités, évolution dans les interventions de médiation données, guidage automatique vers d'autres écrans du parcours ou les ressources documentaires si la résolution de l'exercice en cours le nécessite.

Nous avons misé sur **l'effet « personne »** décrit par l'équipe de James Lester [LCK97] : la simple présence d'un tuteur animé dans un environnement d'apprentissage interactif stimule non seulement la motivation intrinsèque des apprenants, mais également leur processus de réflexion individuelle. Notre but est moins de concevoir un agent intelligent qui s'adapte petit à petit au comportement de l'apprenant que de **mettre à contribution l'adaptabilité humaine face à un environnement médiatisé**, dès lors que les conditions d'interaction et de crédibilité des tuteurs informatisés sont suffisantes.

[130] Cela signifie que la définition de leur code-barre pédagogique attaché n'a pas été faite (cf. mécanisme de la médiation).

[131] Elles expriment des émotions (la joie, la curiosité, la déception, la perplexité), la réflexion (lors d'une réponse inattendue de l'apprenant), la complicité avec l'apprenant ou encore l'explication (d'un mode d'emploi, de la suite du parcours).

Mais on ne peut pas considérer que nos tuteurs sont à proprement parler des **agents pédagogiques**, définis selon James L. Lester par trois caractéristiques [JRL00] :

- **adaptation** : l'agent est capable de construire un modèle de l'apprenant et de le prendre en compte dans ses interventions ;
- **autonomie** : l'agent prend des décisions sur la base de ses connaissances ;
- **mobilité** : l'agent peut élargir son espace de recherche sur Internet par exemple, dialoguer avec d'autres agents pour rechercher des informations manquantes.

Les agents pédagogiques font partie de la famille des **tuteurs intelligents**, dont la conception s'organise autour de 4 modules : le domaine (expertise du contenu), le modèle de l'apprenant, l'expertise pédagogique et l'interface. Claude Frasson parle lui d'un tuteur intelligent « **acteur** » [FMA97], qui doit être réactif (réponses immédiates aux stimuli ou réaction contrôlée), avoir des capacités de progrès personnels (*instructable)*, adaptatif (adapter à la fois leur perception et leurs décisions au contexte) et cognitif (capacité d'apprendre par l'expérience et découvrir de nouveaux faits ou améliorer sa connaissance pour une meilleure utilisation).

Afin de ne pas provoquer de surcharge cognitive, nos tuteurs ne s'animent qu'à la demande de l'apprenant (clic sur leur visage), ou lors de clics souris sur des zones actives de l'écran. En somme, **les tuteurs ne s'interposent que rarement** sur la « scène pédagogique », à moins que la situation le nécessite : guidage en fin d'activité, exploitation d'une erreur, détection d'un comportement « à risque », pré-identifié pour l'activité pédagogique en cours[132]. On distingue les **interventions poussées** (par les tuteurs) **et tirées** (par l'apprenant). Dans le premier cas, le tuteur s'interpose dans l'action en délivrant son message à l'écran ; nous réservons ce type d'intervention à des cas bien définis : répétitions d'une même erreur, suite d'erreurs lors d'une même activité. Dans le second cas, les moyens pour attirer l'attention de l'apprenant sont gradués, du plus subtil (un clin d'œil du tuteur) au plus attractif (le tuteur tape à la vitre). Le tuteur signifie son intention d'intervenir par un symbole représentant le type de message qu'il veut donner. Le dessin disparaît dès lors qu'il n'est plus d'actualité, ou bien lorsqu'il remplacé par un autre message. La Figure 36 montre un exemple d'intervention de régulation (ici la maîtrise de l'impulsivité, par un feedback d'analyse d'erreur) lors d'une activité de glisser–déplacer sur des vidéos. Chaque petite vignette photo à l'écran est une vidéo que l'on visionne en double-cliquant dessus (ou un clic avec le bouton droit de la souris) ; les vignettes retournées sur le plateau (deux dans ce cas) ont été mal positionnées.

[132] C'est par exemple vouloir poser deux éléments au même endroit lors d'un glisser–déplacer, oublier le caractère séquentiel des étiquettes à classer, valider la réponse à une phrase à trous sans l'avoir entièrement recomposée.

Figure 36. Intervention de régulation du compagnon

Le compagnon suggère ici de visionner entièrement les vidéos (il a détecté grâce aux traceurs que ce n'était pas le cas). Comment fait-il cette intervention de médiation ?

Nous voulions doter les tuteurs informatisés d'un **« sens de la répartie » crédible**, sans pour autant faire appel aux techniques de l'Intelligence Artificielle (IA) : nos contraintes industrielles en terme de délais et de coût de conception ne le permettent pas. Grâce au caractère cyclique de nos parcours de formation (une formation est divisée en plusieurs Compétences Cibles, chacune étant une collection d'activités pédagogiques), **nous gérons un nombre limité de situations pédagogiques**. Nous avons donc construit un mécanisme de médiation à partir d'un comportement de base de l'apprenant, en y ajoutant le traitement de cas particuliers, en fonction de l'éloignement du comportement attendu. Ces cas particuliers ont été identifiés par une série de tests sur un panel de 25 personnes à TIV.

Comment pratiquer une médiation efficace avec des tuteurs informatisés, de surcroît construits selon une structure comportementale indépendante du contenu de la formation (fonctionnalités F1 et F9) ? Feuerstein nous donne une piste lorsqu'il écrit [PEI90] :

> *La médiation n'a rien à voir avec le « quoi », elle n'a rien à faire avec le contenu ou le langage, elle ne représente que la qualité de l'interaction*

Mis à part le repérage, les interventions des tuteurs sont donc indépendantes du contenu de la formation. Elles sont construites selon les critères de la médiation :

- **Repérage :** à chaque arrivée sur un nouvel écran, sur demande du compagnon, le professeur présente les objectifs pédagogiques. Si une même page comporte

plusieurs activités, il donne aussi un message de transition pour présenter l'activité qui suit.

- **Régulation :** il s'agit d'interventions des tuteurs si l'apprenant donne ses réponses sans réfléchir (temps de réponse comparé à un temps de référence calculé dynamiquement[133]), si rien ne se passe dans un temps anormalement long, dans le cas d'une mauvaise compréhension du mode d'emploi des activités (suite d'actions illogiques), etc.

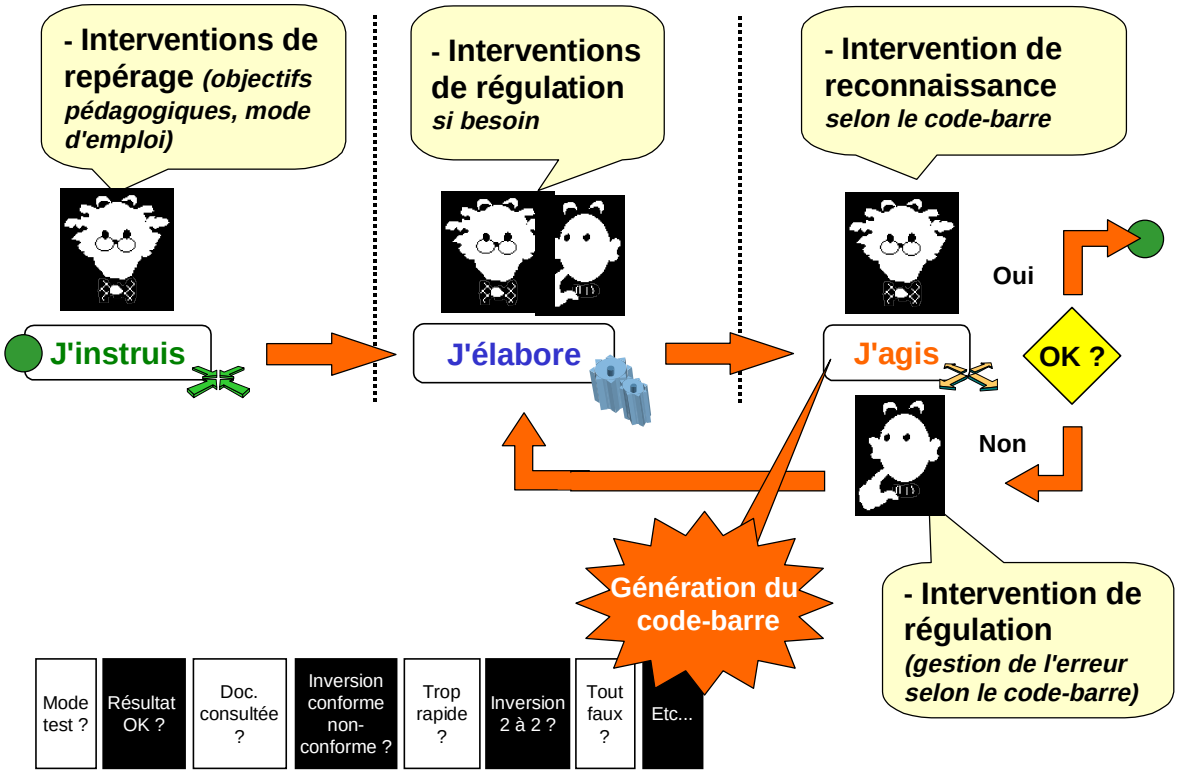


Figure 37. Mécanisme de la médiation dans SIMPA

- **Reconnaissance :** à chaque clic de l'apprenant sur le bouton « J'ai fini » (moyen invariable donné à l'apprenant pour signifier sa réponse lors d'une activité pédagogique), ToolBook génère un **code-barre interne de la situation pédagogique** : informations sur le contexte et sur le comportement (voir la Figure 37). Un script spécifique à chaque activité pédagogique gère le traitement de ce code-barre. Le professeur donne dans le cas d'une bonne réponse une reconnaissance graduée, fonction de la difficulté de l'exercice et du nombre d'essais pour trouver la réponse. Dans le cas contraire, l'erreur est explicitement signifiée à l'apprenant, et le compagnon lui apporte des conseils appropriés en fonction du code-barre.

[133] Le temps de référence T_R est calculé à partir d'un temps de base T_B et de variables contextuelles :
- Coup : nombre d'essais de réponse
- Diff : difficulté de l'activité pédagogique (définie selon un indice de 1 à 3 par l'expert)
- Pass : nombre de fois que l'apprenant fait l'activité pédagogique

$$T_R = T_B + (T_B * (3/7*(1-Coup) + 2/7*(Diff-2) + 2/7*(1-Pass)))$$

III.3.6.6 Une plate-forme multi-usages

Les modules SIMPA ont été conçus en vue d'une triple utilisation :

- **Mode apprentissage :** c'est le mode le plus riche en terme de médiation ; les 2 tuteurs sont présents pour accompagner l'apprenant, et les ressources documentaires sont accessibles en permanence. Chaque activité proposée doit être menée à son terme pour que l'on puisse déclarer complet le parcours de formation.
- **Mode test :** les mêmes activités sont proposées, mais l'apprenant n'a pas le feed-back de ses actions : il n'a qu'un seul essai pour répondre, sans connaître la justesse de ses réponses (le score est donc caché). Seul le professeur est présent (il n'y a en effet pas de gestion positive des erreurs à effectuer) pour gérer la navigation.
- **Mode solution :** il est accessible à la fin du mode apprentissage ; toutes les activités sont alors corrigées, et l'apprenant peut librement venir revoir les solutions de chaque écran, en cas de besoin au cours de son activité ultérieure. Ce document constitue un référentiel mis en permanence à disposition sur le réseau d'entreprise. Il n'y a pas de médiation pour ce mode d'utilisation.

La plate-forme reconnaît deux types d'utilisateurs : **l'apprenant** et le **formateur**. Ce dernier dispose de fonctions utiles pour contrôler la session de l'apprenant : tableau de bord des compétences, intervalles d'incertitude sur les scores attribués, post-it informatiques. Notons également que le formateur est le seul à pouvoir modifier le contrat pédagogique dans le carnet de route ; en pratique, il établit ce contrat en présence de l'apprenant.

III.4 Expérimentation de SIMPA (R4)

Nous avons procédé à une double expérimentation des supports SIMPA dans une démarche itérative d'amélioration, appliquant le principe qualité de la **« roue de Deming »**.

III.4.1 La roue de Deming

Dans le Manuel Qualité de TIV est décrit le principe d'action retenu pour l'Assurance Qualité. Il s'agit du **schéma d'amélioration continue** dit « roue de Deming », également appelé « cycle de Shewhart »[134]. Ce principe d'action est constitué de quatre étapes (PAVR) [Dem82] :

- **Prévoir** : *« Dire ce que l'on va faire »*. Au cours de cette première phase, on fait le point sur l'enchaînement théorique des opérations : on prévoit des procédures, des consignes, des plans, des objectifs précis, etc.

[134] C'est Walter A. Shewhart, ingénieur-statisticien considéré comme le père des statistiques modernes, qui est l'auteur de ce cycle dans les années 1930, vite repris par W. Edwards Deming. Il collabore d'ailleurs à l'ouvrage qui rendra Shewhart célèbre : *« Statistical Methods from the viewpoint of quality control »*, publié en 1939 et sans cesse réimprimé depuis.

- **Agir** : *« Faire ce qui a été dit »*. Ici, on réalise le changement ou l'essai qui a été décidé, en gardant une trace de ce que l'on a fait. Il est préférable d'effectuer cela sur une petite échelle, pour des raisons de mesure et de répercussion contrôlée.

- **Vérifier** : *« Prouver ce qui a été fait »*. C'est la phase d'observation des effets du changement ou de l'essai. Les résultats sont étudiés : on compare l'action avec la prévision, et on définit l'écart. Concrètement, on utilise des enregistrements, des cartes de contrôle, des cahiers de poste, des fiches suiveuses, etc.

- **Réagir** : *« Corriger les écarts ou améliorer »*. A la lumière des résultats obtenus lors de la phase de vérification, on détermine une action d'amélioration. Pour cela, on a le choix entre mettre effectivement en œuvre le changement étudié, l'abandonner, ou bien reprendre le cycle PAVR en utilisant les connaissances accumulées dans les cycles précédents. Dans ce dernier cas, l'amélioration peut intervenir à deux niveaux différents de correction : sur les prévisions, ou sur les actions menées.

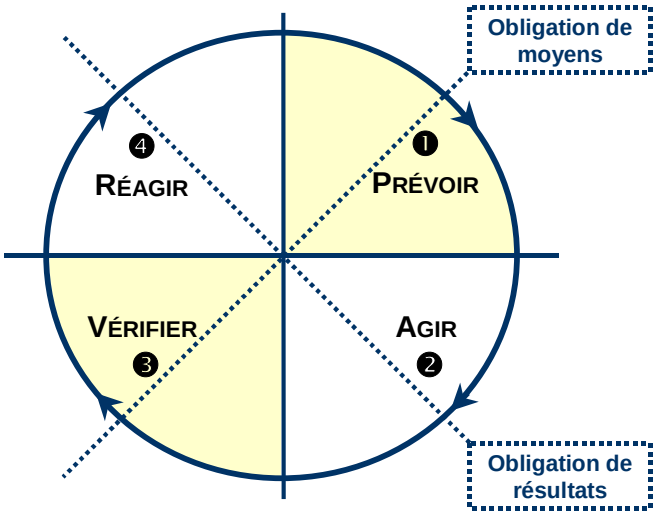


Figure 38. La roue de Deming

Le cycle définit deux axes symétriques. Dans les phases P et V, il s'agit d'observer et d'outiller ; c'est l'axe d'obligation de moyens. Dans les phases A et R, l'accent est mis sur l'action ; c'est l'obligation de résultats.

La terminologie américaine de Deming est la suivante : **P**lan / **D**o / **C**heck / **A**ct (PDCA). Le cycle est en fait une spirale, une hélice. C'est une procédure analytique et critique qui permet d'apprendre et d'améliorer un produit, un processus ou un service. Ainsi, la roue de Deming fait partie intégrante d'une planification générale de l'action pour traiter les problèmes et exploiter les possibilités entourant les processus de l'amélioration continue [Wal88]. Notons que ce processus est très proche de la spirale bien connue de Juran[135], appelée le cycle du produit. Pour Juran, la fin du cycle du produit (de la phase de recherche à celle de l'après-vente) correspond à l'identification de nouveaux besoins du client.

[135] Statisticien américain, Joseph Juran est responsable avec son compatriote Edwards Deming de l'introduction de la philosophie de la qualité dans les industries. Il est avec ce dernier le co-inventeur du concept TQM (Total Quality Management). Son principal ouvrage de référence, *« Juran's Quality Handbook »* publié en 1951 en est aujourd'hui à sa cinquième édition.

L'adaptation du PAVR au thème de nos travaux est immédiate ; dans notre cas, nous avons un besoin industriel auquel on répond par une action de formation. L'amélioration continue de la réponse à ce besoin (à savoir la définition du dispositif de formation) est une ligne de conduite qui nous a guidés tout au long de la conception du dispositif, mais également lors de son usage en situation réelle. Ainsi, le cycle est appelé à ne jamais s'arrêter.

III.4.2 Dispositif expérimental

Des 4 modules sur le clean concept, les compétences cibles *« Mettre la tenue Salle Propre »* et *« Communiquer en Salle Propre »* ont été testés **en mode apprentissage** selon le protocole expérimental suivant : 25 personnes volontaires de l'entreprise (dont 2 totalement étrangères à TIV), de tous âges, secteurs et niveaux d'expertise sur cette compétence ont parcouru **en autonomie complète** (après un court briefing) la première compétence, puis la seconde 20 jours plus tard. Nous avons équilibré le panel selon 2 classes d'expertises, définies en accord avec les personnes : les « **initiés** » au clean concept, et les « **non-initiés** ». L'objectif des expériences était de confronter les scores des personnes avec leur niveau d'expertise, et pratiquer entre les deux expériences des améliorations sur l'interface en fonction des observations faites et des suggestions des apprenants.

Outre les capteurs informatiques et les questionnaires PNL (que nous avons d'ailleurs informatisés sous ToolBook afin de faciliter le travail des personnes interrogées), nous avons proposé aux volontaires de **noter l'efficacité des médiateurs informatisés.** Les volontaires ont défini ce qu'ils retenaient des actions de chacun des médiateurs ; ceci nous a permis d'estimer leur « popularité » respective. Nous avons fixé un objectif d'appréciation moyenne de 2 sur 4 pour chacun des médiateurs informatisés. Les apprenants volontaires se sont également prononcés sur le mode pédagogique de l'apprentissage en autonomie (appréciation de la pédagogie SIMPA en briefing–débriefing). Pour affiner les données comportementales des apprenants, nous n'avons pas utilisé de caméra vidéo, mais placé un observateur humain sur toute la durée du test. Les volontaires ont été placés dos à une paroi vitrée de la salle d'expérimentation, de manière à ce que l'observateur puisse apprécier la scène et le comportement des utilisateurs sans pour autant influer le déroulement du test.

III.4.3 Redéfinition de l'intervalle de confiance

Si les expériences sur SEAMI avaient validé le modèle de calcul d'un indice comportemental de l'apprenant (lire [DBPS00]), il persistait un inconvénient majeur à sa lisibilité. L'indice d'incertitude était obligatoirement symétrique, c'est-à-dire centré sur la note de l'apprenant, sans que l'on puisse savoir si ce dernier avait été plutôt « sur-noté » ou « sous-noté ». Nous avons tenté de remédier à cet état de fait en développant un mode de calcul asymétrique pour SIMPA, avec deux intervalles (« bas » et « haut ») distincts, dont la liaison constitue l'intervalle de confiance complet. Pour cela, il a été nécessaire d'identifier les cas où :

1. **L'apprenant a obtenu des points qui ne reflètent pas nécessairement sa compétence** : c'est par exemple lorsqu'il consulte systématiquement toutes les ressources avant de répondre aux questions[136], lorsque la probabilité d'erreur est très faible (peu de propositions à un QCM), lors d'un comportement d'essai–erreur

[136] Ceci n'étant par ailleurs pas un comportement préjudiciable, bien au contraire. Nous distinguons simplement ici le comportement de l'expert de celui du novice.

chanceux (après une erreur, nouvelle réponse de l'apprenant très rapidement donnée, sans réflexion).

2. **L'apprenant a perdu des points non pas par incompétence, mais à cause de l'interface ou d'un manque de concentration** : par exemple lorsqu'il a répondu précipitamment, lorsqu'il se déconcentre manifestement, en proposant une réponse déjà jugée fausse, ou bien lorsque le mode d'emploi de l'activité pédagogique n'a manifestement pas été compris (glisser/déplacer des vidéos sans les consulter, valider une phrase à trous sans la compléter, etc.).

Ces situations sont propres à chaque activité pédagogique ; il y a donc un volet consacré à l'ajustement de l'intervalle de confiance dans chacun des scripts ToolBook construisant le code-barre spécifique à chaque activité. L'analyse comportementale faite sur SEAMI selon 3 pôles (adaptation à l'interface, construction de la réponse et utilisation de l'outil) est maintenue, mais elle n'intervient plus dans le calcul ; c'est un élément d'information supplémentaire pour le formateur dans l'élaboration de son débriefing.

L'expérimentation de SIMPA sur 25 personnes a grandement participé à la mise au point de l'intervalle de confiance asymétrique, par l'identification de nouvelles situations à prendre en compte, mais aussi dans le calcul même de l'intervalle. À la première expérience, les intervalles bas et haut n'avaient pas une taille proportionnelle au nombre de points vraisemblablement « mal » perdus ou gagnés. Cette imprécision de calcul tendait à uniformiser les intervalles ; cela a été corrigé pour la seconde expérience. Désormais, chaque fois par exemple que l'apprenant perd 3 points par manque de concentration, ces 3 points sont affectés à son intervalle « haut ». En respectant ainsi strictement la notation, les intervalles sont plus révélateurs du comportement de l'apprenant.

III.4.4 Méthode d'analyse de données

La méthode Six Sigma, qui consiste à optimiser un processus existant, est centrée sur l'analyse statistique de données. Il serait fastidieux et inutile de présenter ici tous les outils utilisés : corrélation, t-test, loi normale, analyse de la variance (ANOVA), etc. Bien des ouvrages de statistiques appliquées en proposent une description complète, comme [Bre99], [Sap90], ou [Fen82].

Retenons simplement qu'en analyse de données, deux démarches sont généralement adoptées selon l'objectif poursuivi [Abd92] :

- Une description, comme élément de compréhension. Elle peut s'effectuer de deux manières :
    1. Visualisation des données : il s'agit de résumer toute l'information disponible pour trouver des structures interprétables. On utilise alors des méthodes factorielles : Analyse en Composantes Principales (ACP) ou Analyse Factorielle des Correspondances (AFC). Elles mettent en lumière la proximité entre les variables ou les observations, ce qui conduit soit à la confirmation d'une connaissance intuitive, soit à sa formalisation.
    2. Structuration des données : c'est une activité de nature typologique qui fait appel aux techniques statistiques de classification.

- Une explication, comme élément de l'action : il s'agit d'expliciter les relations entre une ou plusieurs variables (variables à expliquer) et les autres (variables explicatives). On peut spécifier la forme analytique de la relation, construisant un modèle (Y = ax + b par exemple).

Dans notre contexte, l'analyse de données est utile à la phase de test des supports multimédias sur une population volontaire. Sans prétendre expliquer mathématiquement l'apprentissage ou non des personnes en fonction des conditions expérimentales, nous nous sommes orientés vers une méthode descriptive : **l'Analyse en Composantes Principales (ACP)**. Nous avions adopté la même démarche pour valider les supports SEAMI [DBPS01].

III.4.4.1 Quand utiliser l'ACP ?

L'Analyse en Composantes Principales fait partie de la famille des analyses factorielles. Ces méthodes d'analyse de données s'appliquent dans tous les domaines scientifiques dès qu'il s'agit de faire émerger des éléments forts d'un grand nombre de données : définir un modèle comportemental d'apprenant dans un EIAO [Dub91], réguler automatiquement des températures dans la grotte de Lascaux [Mor98], conduire un four rotatif de cimenterie [PDV81]. Méthode graphique avant tout, l'ACP offre une lisibilité de centaines ou milliers de données, la détermination d'une hiérarchie d'influence, des prémisses pour construire de véritables modèles de dépendance. L'avantage de l'ACP est de traiter le cas de variables hétérogènes (unités de mesure différentes). On parle d'une ACP normée : toutes les variables sont centrées réduites (moyenne = 0 ; variance = 1) ; elles ont alors le même poids pour l'analyse.

III.4.4.2 Pourquoi utiliser l'ACP ?

Les objectifs d'une ACP doivent porter à la fois sur les individus observés et les variables mesurées. On répond à trois types de questions :

1. ***Quelles sont les ressemblances entre les individus ?*** (groupes homogènes, recherche d'individus atypiques, mise en évidence d'une typologie d'individus)
2. ***Quelles sont les liaisons entre les variables ?*** (détermination de variables corrélées ou opposées, regroupement de variables, représentation visuelle des liens)
3. ***Quelles sont les dépendances individus–variables ?*** (visibles par le regroupement des variables et des individus sur un même graphique)

L'ACP a pour objet de regrouper individus et variables sur les mêmes axes lorsqu'ils dépendent ou sont représentatifs des mêmes phénomènes (on peut alors qualifier les axes des noms de ces phénomènes). La finalité de l'analyse est de décrire l'ensemble des données, de dimension D, dans un espace de dimension réduite d (en général, on choisit $d \leq 4$ afin de « voir » directement les dépendances et ressemblances), tout en conservant le maximum d'information descriptive. C'est dans cette optique que nous utiliserons l'ACP dans notre démarche itérative (2 expériences successives) de conception des supports de formation multimédias. Nous formulerons une série d'hypothèses que l'analyse viendra confirmer ou infirmer.

III.4.4.3 Mécanisme de l'analyse

Représentons l'ensemble des données brutes comme un nuage de n points (n étant le nombre d'individus) distribués dans un espace à p dimensions (p étant le nombre de variables, 11 dans notre cas). L'analyse factorielle consiste à projeter ce nuage sur un hyperplan factoriel formé par un certain nombre de facteurs, inférieur à p. À l'issue de cette projection, la dispersion du nuage diminue. On minimise la perte d'information en réduisant la dimension de l'espace de représentation. Une interprétation sur les inter-relations entre variables est alors possible, en fonction de leur situation par rapport au centre de gravité du nuage, et de la quantité d'information qu'elles représentent dans l'espace retenu. À chaque facteur (nouvelle variable résumant l'information portée par un des axes d'inertie du nuage) est associée une valeur propre, la somme de toutes les valeur propres étant égale au nombre de variables p. Dans le cas d'une ACP normée, cette somme des valeurs propres correspond également à la variance totale du nuage. Chaque facteur, ou composante, représente un certain pourcentage de variance expliquée. Dès lors, on peut s'interroger sur le nombre de facteurs à retenir pour l'analyse des données. Citons deux méthodes parmi les plus courantes :

- Le critère de Kaiser, qui consiste à ne retenir que les facteurs dont la valeur propre est supérieure à 1 ; cela revient à conserver les facteurs qui décrivent le nuage d'une manière supérieure à celle des autres facteurs.
- Le test de Cattell, basé sur l'analyse de la courbe des valeurs propres (le scree-graph) : on ne retient que les facteurs situés avant la première cassure de la pente.

De nombreuses autres méthodes existent, sans pour autant apporter une réponse inflexible et définitive au problème du choix de dimension en ACP [Abd92] ; l'essentiel est de conserver l'aspect visuel de la méthode, en limitant les dimensions aux interprétations graphiques significatives.

Les variables sont qualifiées par leur communalité et leur saturation. La communalité d'une variable est la proportion de sa variance expliquée par les facteurs retenus ; elle prend des valeurs comprises entre 0 et 1. La saturation représente la corrélation entre la variable et chacun des facteurs. Parfois, il est nécessaire d'effectuer une rotation des facteurs, de manière à maximiser ces saturations (ou inversement pour les rendre proches de 0). On étudie l'angle formé par les variables dans le plan factoriel : un angle faible indique une corrélation positive, un angle proche de p indique une corrélation négative, et un angle droit une indépendance.

L'ACP génère deux types de graphique : on peut représenter les individus par leur score factoriel sur chacun des facteurs (respectivement sur deux dimensions), et les variables par leur corrélation avec ces mêmes facteurs. Lorsqu'on croise les deux graphiques, on peut interpréter le positionnement des individus sur le plan factoriel ainsi : plus un individu est à la périphérie du nuage dans la direction (la direction opposée) d'une variable, plus il prend des valeurs fortes (faibles) sur cette variable. Ainsi, un individu situé au centre de gravité du nuage aura des valeurs moyennes sur l'ensemble des variables. On peut ainsi faire apparaître des groupes d'individus ayant des caractéristiques communes ou opposées.

III.4.5 Résultats expérimentaux

Nous avons exploité l'ACP pour donner de la signification aux données brutes et hétérogènes des 2 expériences.

III.4.5.1 Préparation et sélection des données

L'étape de préparation des données, habituellement fastidieuse dans une analyse, ne nous a pas posé de problèmes particuliers, si ce n'est l'effort de transcription des données brutes stockées dans des champs de texte ToolBook sur un tableur[137], puis un logiciel de statistiques spécialisé[138]. Les volontaires s'étant consciencieusement acquittés de leur tâche de réponse aux divers questionnaires, et ToolBook s'étant tout aussi « consciencieusement » acquitté de tracer les comportements[139], nous n'avons pas eu d'autres pertes de données à déplorer. La seule difficulté a consisté à choisir les variables actives de l'ACP. Il nous a semblé intéressant d'analyser l'appréciation qu'ont eu les personnes du professeur et du compagnon, puisqu'ils représentent l'efficacité de la médiation. De même, l'équilibrage PNL, la classe d'expertise, le score obtenu au test et les temps de consultation des ressources (uniquement le livre des ressources du compagnon) et l'intervalle de confiance ont été intégrés à l'analyse. Puisque nous avons vu que l'âge et le niveau informatique se trouvaient structurellement corrélés négativement, seul l'âge a été conservé. Nous obtenons 11 variables actives (p = 11), ainsi réparties :

Variables structurelles :

Donnée	***Valeur***	***Nom de la variable***
Age	De 1 (- de 25 ans) à 5 (+ de 55 ans)	*age*
Score sur le canal visuel	De 0 à 45 (résultat test PNL)	*visu*
Score sur le canal auditif	De 0 à 45 (résultat test PNL)	*audi*
Score sur le canal kinesthésique	De 0 à 45 (résultat test PNL)	*kine*
Classe d'expertise	1 (non initié) ou 2 (initié)	*expert*

Variables comportementales (indicées $_1$ et $_2$ pour chaque expérience) :

Donnée	***Valeur***	***Nom de la variable***
Note obtenue au test	De 0 à 7	*score*
Intervalle de confiance	De 0 à 7	*interval*
Temps de consultation du livre des ressources	Temps en secondes	*tps_res*
Temps total du test	Temps en secondes	*tps_tot*
Note attribuée au professeur	De 0 à 4	*prof*
Note attribuée au compagnon	De 0 à 4	*comp*

Avant même de révéler les résultats de l'ACP, nous devons en évoquer les limites, et imposer la prudence quant à ses conclusions, compte tenu du faible nombre de personnes mobilisées pour constituer l'échantillon représentatif (n = 25), néanmoins considérable en regard des contraintes industrielles. Si les règles admises en statistiques demandent une taille d'échantillon 10 fois supérieure au nombre de variables ($n \geq 10 \times p$), nous sommes loin de ces calibres. Plus que la rigueur de l'analyse, nous voulons montrer son bien-fondé dans une démarche exploratoire de conception.

[137] Nous avons utilisé Microsoft Excel 97 pour la construction des tableaux et des graphiques.
[138] Disponible à TIV avec la méthode Six Sigma, nous avons utilisé le logiciel Minitab For Windows 12.23.
[139] Sans aucun plantage en 30 expériences, c'est à signaler…

III.4.5.2 Choix des composantes de l'ACP

Nous avons deux expériences distinctes, donc deux « photos comportementales » à comparer. La Figure 39 montre le graphique des valeurs propres de chaque expérience, servant à définir le nombre de composantes à retenir.

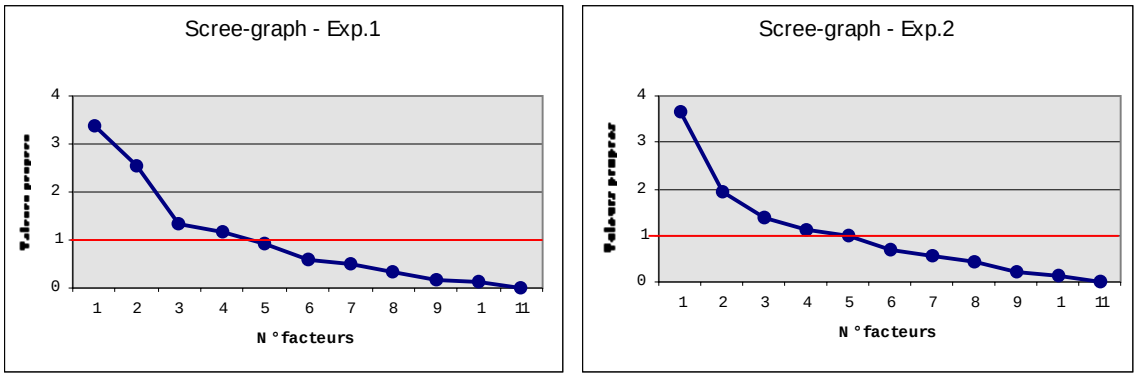


Figure 39. Graphiques des valeurs propres

On voit très nettement une cassure dans la pente de la courbe de l'expérience 1, au niveau du troisième facteur. Le test de Cattell conduirait donc à ne retenir que ces trois premiers facteurs. Cependant, le second graphe ne comporte pas une telle cassure mais une pente assez régulière jusqu'à une valeur propre de 1, seuil auquel le critère de Kaiser nous limiterait. Quel critère privilégier ? Puisque c'est l'aspect visuel de la méthode qui lui donne tout sont intérêt, nous avons retenu 4 composantes (3 représentations tridimensionnelles ou 6 représentations bidimensionnelles). Ce faisant, nous expliquons respectivement 86% et 83% de la variance de chaque expérience.

Nous ne présenterons que le premier plan factoriel de l'ACP (plan 1–2) de chaque expérience afin de ne pas surcharger le discours (les 5 autres graphes sont consignés en annexe E) ; l'interprétation graphique est la plus significative sur ce plan 1–2 ; dans la première expérience, il représente 53.6% de la variation totale des données, et 51% dans la seconde. En retenant quatre composantes, nous expliquons respectivement 76% et 73% de la variance de chaque expérience. Le cas échéant, les interprétations partielles des autres plans factoriels significatifs seront données.

III.4.5.3 Expérience 1

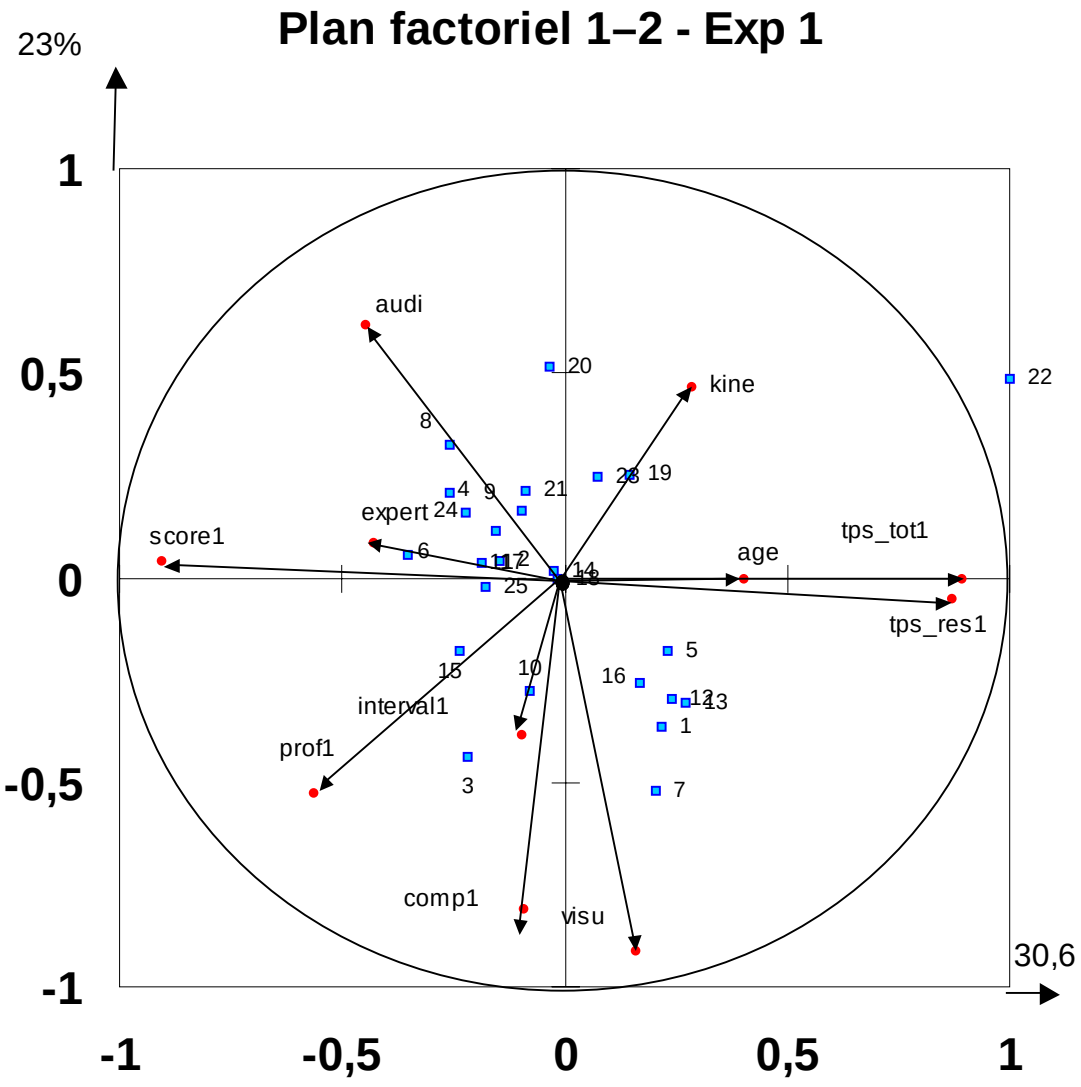


Figure 40. Expérience 1 : premier plan factoriel de l'ACP

On remarque sur tous les graphiques une structure en trièdre, plus ou moins régulier selon la qualité de représentation du plan, formée par les 3 variables *visu*, *audi* et *kine* (voir également les graphes en annexe E). Ce résultat s'explique par la structure du questionnaire PNL proposé aux participants[140]. Les observations sur les variables et les individus du plan factoriel 1–2 sont les suivantes :

- Le premier axe factoriel représente 30.6% de la variance expliquée, ce qui est un bon score. Il oppose des personnes ayant obtenu un bon score au test à des personnes plus âgées (prudence cependant : *age* est faiblement saturé sur l'axe 1), qui ont passé plus de temps sur SIMPA. Cela s'explique facilement : plus l'apprenant trouve rapidement les bonnes réponses et sans consulter les ressources,

[140] Il leur était demandé de répartir un crédit de 45 points entre 15 trios d'affirmations - une affirmation par canal sensoriel - selon qu'elles leur correspondent ou pas (cf. annexe xx). Il y aurait donc en toute rigueur une relation linéaire entre les trois variables, qui rendrait l'ACP impossible (une des valeurs propres serait nulle) : visuel + auditif + kinesthésique = 45. En réalité, cette relation n'est pas exactement vérifiée dans nos données, puisque lors de la restauration d'une donnée manquante, la relation linéaire a disparu.

meilleure sera sa note finale.

- Le second axe (23%) est celui des visuels ; ils ont mieux noté le compagnon que le reste de la population (corrélation positive entre *visu* et *comp1*, visible également sur les plans 2–3 et 2–4). C'est peut-être simplement parce qu'ils ont plus remarqué les interventions de ce tuteur.
- Le trièdre PNL est légèrement déséquilibré en faveur des visuels, mieux saturés dans ce plan ; mais on peut remarquer que cela n'a pas d'incidence sur l'obtention d'une bonne note ou d'un fort intervalle de confiance (*interval1* est faiblement saturé par rapport aux variables PNL).
- La classe d'expertise n'a pas été discriminante dans cette première expérience, puisque *expert* est faiblement saturé dans le plan. De même, le mode de calcul de l'intervalle de confiance est à ajuster : il n'intervient pas dans l'analyse de ce premier plan factoriel. L'étude des plans supplémentaires montre que *interval1* est le mieux saturé dans le plan 2–3 (voir en annexe E), avec une relative corrélation positive avec l'âge. Ces éléments ne permettent pas de caractériser l'intervalle de confiance : il a une trop faible variabilité (son écart type est de 0.6 seulement pour cette première expérience).
- Le nuage des individus n'est pas uniformément réparti dans le plan, mais étiré selon l'axe 1. Cela signifie que les comportements n'ont pas été discriminés par le temps passé ou le score obtenu : il y a en effet un faible écart type sur le score. Le contenu particulier du test (clean concept) mettait plus en jeu leur bon sens que leur stricte compétence sur le domaine.
- On remarque dans le nuage un groupe d'individus au comportement similaire (n°1, 16, 5, 12, 13) : en moyenne âgés, ils ont tendance à consulter souvent les ressources, sans pour autant obtenir un bon score au test.
- L'individu 22 se démarque clairement du reste du groupe ; ayant passé beaucoup de temps sur SIMPA, il a obtenu une faible note. L'observation de son test en temps réel a révélé des problèmes de navigation et de compréhension du mode d'emploi (puzzle) ; le faible intervalle de confiance attribué à cet individu n'est pas satisfaisant. C'est un indice supplémentaire en vue de l'optimisation du calcul de cet intervalle. Mais c'est également un avertissement sévère sur l'efficacité de nos médiateurs informatisés (l'individu 22 a attribué à chacun un zéro pointé !).

Sur les autres plans factoriels, on peut interpréter les corrélations entre les variables fortement saturées. Par exemple, les variables structurelles *age* et *expert* se trouvent fortement corrélées dans le plan 3–4[141] ; on retrouvera logiquement ce résultat à la seconde expérience. L'axe 4 oppose les auditifs aux kinesthésiques, sans autre interprétation possible. Enfin, le plan 1–3 montre une relative indépendance (angle droit) entre *expert* et *score1* : les « initiés » n'ont pas obtenus un meilleur score en moyenne que les « non-initiés ». Ce résultat ne doit inquiéter, étant donné le faible niveau de difficulté du contenu déjà évoqué.

[141] Ce résultat n'était pas visible dans le premier plan factoriel, pourtant globalement mieux représentatif de la variabilité des données. Toute l'importance d'interpréter uniquement les variables fortement saturées est ici révélée.

III.4.5.4 Expérience 2

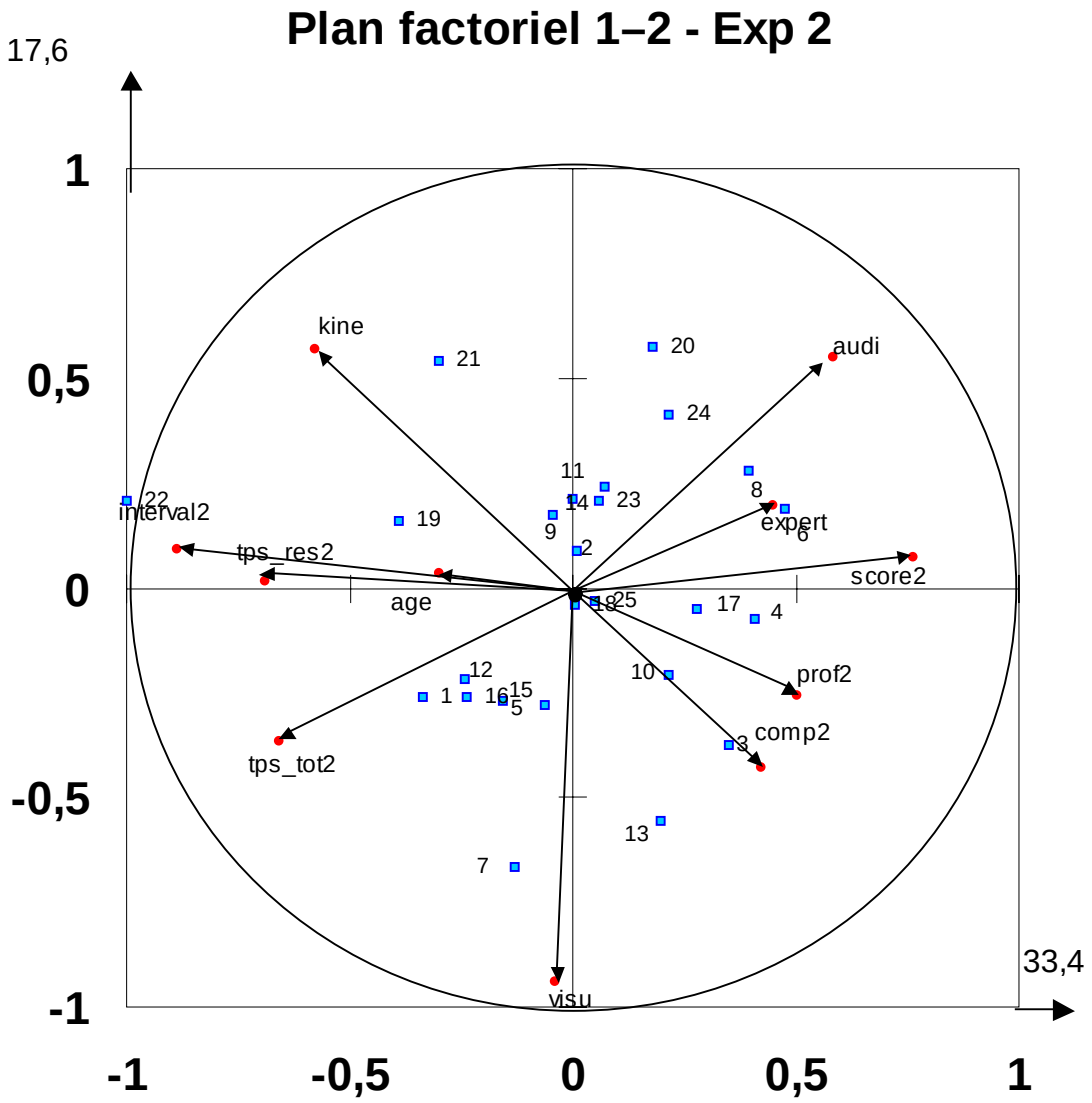


Figure 41. Expérience 2 : premier plan factoriel de l'ACP

L'analyse du premier plan factoriel amène les interprétations suivantes :

- Comme à l'expérience 1, l'axe 1 oppose les personnes ayant obtenu un bon score à ceux qui ont passé plus de temps sur SIMPA. Cependant, il y a maintenant une nouvelle signification portée par cet axe : c'est la variabilité de l'intervalle de confiance (*interval2* fortement saturé), corrélé avec le temps de consultation des ressources *tps_res2*. Le nouveau mode de calcul et la prise en compte de situations supplémentaires pour déterminer l'intervalle (voir le paragraphe III.4.3) ont porté leurs fruits : l'écart type de l'intervalle a d'ailleurs doublé (de 0.6 à 1.2) pour cette seconde expérience.
- L'axe 2 représente toujours les visuels. Notons que *comp2* n'est pas corrélé avec *visu*, comme c'était le cas à la première expérience : les visuels ne sont plus les seuls à bien noter le compagnon. Nous avons en effet augmenté les manifestations du compagnon, en cours d'activité pédagogique pour prévenir d'une éventuelle incompréhension du mode d'emploi, ou bien après une erreur avec un meilleur

guidage vers son livre des ressources.

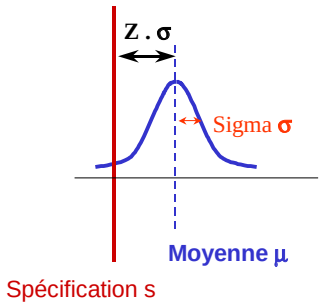
- Bien que légèrement étiré perpendiculairement à l'axe 1, le nuage de points des individus se répartit mieux dans le plan : cela signifie que les comportement du panel sont mieux différenciés ; on retrouve cependant le groupe des individus n°1, 16, 5, 12, et 13 qui ont gardé un comportement similaire. De même, l'individu 22 se démarque toujours de la population. Même si c'est un cas unique, c'est quelque part un constat d'échec de la médiation dans des cas « extrêmes » d'inadaptation à l'interface. Même si le galop d'essai pourrait y remédier, il pourra être nécessaire d'abandonner le briefing–débriefing dans certains cas, et revenir à un mode de formation en présentiel, en conservant les supports SIMPA.

L'analyse des autres plans factoriels n'apporte aucune interprétation sûre. On retrouve tout de même la corrélation structurelle entre *age* et *expert* sur les plans 2–3 et 3–4. Les variables *prof2* et *comp2* ne sont jamais fortement saturées (à part *prof2* sur le plan 1–4, perpendiculaire avec *score2* : le professeur a été noté indifféremment du score obtenu) ; cela s'explique par le fait que les médiateurs ont été globalement mieux notés lors de cette seconde expérience, avec un faible écart type (0.8).

III.4.6 Discussion des résultats

Le tableau ci-dessous résume les résultats des 2 expériences. On y retrouve notamment les notes de popularité des médiateurs, ainsi que leur capabilité Z. La capabilité est définie par la formule :

$$Z = \frac{\mu - s}{\sigma}$$



Si le calcul de cette capabilité n'a pas de sens en absolu (il est lié au caractère subjectif de notre outil de mesure, qui consistait en une enquête à chaud auprès des participants), les résultats sont significatifs en relatif ; on visualise l'évolution positive de la capabilité entre les 2 expériences.

	Expérience 1		Expérience 2		ΔZ
	Valeurs	Z	Valeurs	Z	
Durée moyenne du test	43 min		25 min		
Score moyen au test	5.3		5.7		
Appréciation moyenne du prof	3.1	1.06	3.3	1.53	0.47
Appréciation moyenne du compagnon	1.6	-0.14	2.5	0.42	0.56
Appréciation moyenne de la pédagogie	2.6	0.61	3.3	1.62	1.01

Tableau 7. Résultats des expérimentations SIMPA

Une analyse de variance sur l'évolution des appréciations montre que la différenciation n'est pas significative pour le professeur, en limite de signification pour le compagnon, et

significative pour la pédagogie (cf. annexe E). Le professeur était déjà fortement apprécié à la première expérience ; il a donc peu gagné en popularité. Par contre, les nouvelles interventions du compagnon ont été remarquées et appréciées. Enfin, dès la seconde expérience le mode Briefing–Débriefing est entièrement apprécié par tous les apprenants (l'écart type sur la note est de 0.8). L'annexe E présente également les rôles principaux des médiateurs que les apprenants ont remarqués. Pour le professeur, ce sont (i) le guidage dans la navigation, (ii) l'apport du mode d'emploi des activités pédagogiques, et (iii) informations sur le parcours. Les rôles perçus du compagnon sont (i) l'incitation à utiliser le livre des ressources, (ii) l'invitation à consulter le professeur, et (iii) la pertinence interventions en cas d'erreur.

À propos de l'intervalle de confiance, nous avons vu que son calcul a été affiné entre les 2 expériences ; les résultats ne sont donc pas strictement comparables. Cependant, on peut comparer la différenciation des classes « initiés » et « non-initiés » au sein de chaque expérience. Il apparaît (voir l'annexe E) que cette différenciation est significative pour l'expérience 2 (elle ne l'est pas pour l'expérience 1) : l'intervalle de confiance sur le score des experts est resserré, ce qui est une preuve de leur compétence. Ainsi, entre 2 scores identiques sur des apprenants, le formateur consulte pour son débriefing les intervalles de confiance respectifs : le niveau de compétence est d'autant plus révélé que l'intervalle de confiance est étroit. Cela a été vérifié lors de situations réelles de formation (voir la partie IV).

III.4.7 Consigne de transfert de SIMPA

En phase R4, nous avons également réalisé la consigne de transfert de SIMPA en vue de sa réutilisation pour d'autres formations. Les modules SIMPA ont été développés avec un large recours au langage de programmation OpenScript de ToolBook ; pour la formation au clean concept par exemple, ce sont 355 objets dont le comportement a été dicté par un script, pour 13027 lignes de code au total. Cependant, il est intéressant de regarder la répartition de ces scripts parmi les 7 livres ToolBook qui constituent la formation. La Figure 42 donne ce profil : la grande majorité des scripts[142] (75%) sont contenus dans le livre système *autoform*, qui constitue ainsi le « cerveau » de SIMPA. Ce livre est unique sur le réseau d'entreprise ; le modifier signifie modifier du même coup l'ensemble des formations SIMPA déjà conçues. Ce mécanisme est essentiel dans la facilité d'amélioration continue des supports au fil du temps : nous qualifions cette amélioration de rétroactive, puisque chaque nouvelle évolution dans le comportement de SIMPA englobe systématiquement tous les supports existants.

[142] Et parmi eux la totalité des scripts liés au comportement des tuteurs informatiques.

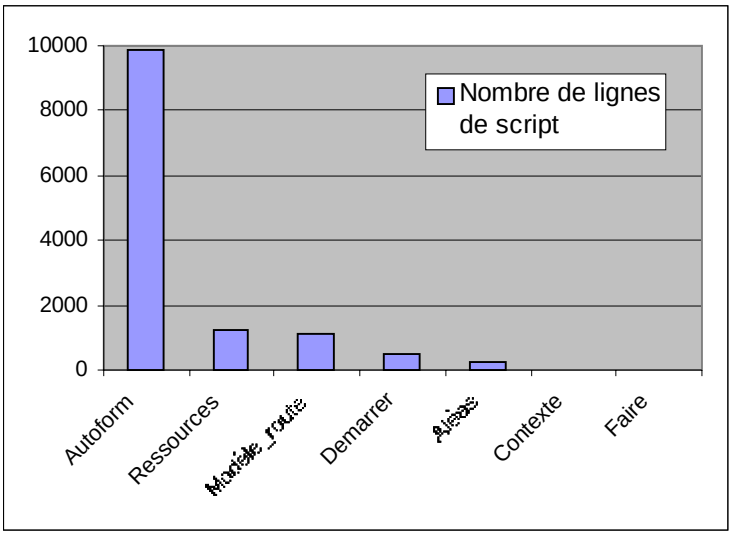


Figure 42. Répartition des scripts dans les livres SIMPA

D'autre part, nous avons pourvu SIMPA d'une structure informatique qui autorise une réutilisation facile sans aucune modification de ses scripts, grâce à l'utilisation d'une bibliothèque de modèles des activités pédagogiques « préfabriquées », au recours à de nombreux scripts partagés, et à la définition de propriétés sur les objets agissant comme des leviers de commande sur les scripts. Par exemple, créer une activité glisser/déplacer sur des vidéos[143] demande simplement de copier le modèle de l'activité dans la bibliothèque, le coller sur la page souhaitée, remplacer les photos des étiquettes, et affecter pour chaque étiquette ses nouvelles propriétés, dont le chemin réseau du fichier vidéo correspondant. La consigne de transfert des modules SIMPA décrit finement chacune de ces opérations dans chaque cas possible ; c'est pourquoi elle comporte 24 pages. Cela dit, à partir du deuxième transfert de SIMPA, l'auteur l'utilisera plus comme un « pense-bête », les opérations étant simples et répétitives. Ce sont les dernières pages de la consigne qui sont pour lui les plus importantes ; elles résument dans des tableaux l'ensemble des propriétés à affecter aux objets pour chaque activité pédagogique. On y trouve également les raccourcis clavier utiles à l'auteur comme au formateur. Ainsi, l'auteur d'une formation SIMPA n'est pas nécessairement confirmé en programmation sur ToolBook.

III.4.8 Test de robustesse

Afin de vérifier la robustesse de notre produit, nous l'avons confronté à un autre domaine d'apprentissage, celui de l'auto-maintenance. En collaboration active avec l'expert du service Maintenance à TIV, nous avons élaboré selon notre modèle informatique un module SIMPA de formation à l'interface d'un guide de dépannage auto-maintenance informatisé, spécifique à TIV[144]. La figure ci-dessous en présente quelques écrans : carnet de route, contexte, savoir faire et livre de ressources.

[143] Activité où chaque étiquette à glisser et à positionner est une photo qui symbolise une vidéo, que l'utilisateur visionne en double-cliquant dessus.
[144] Ce guide est lui-même conçu avec ToolBook, mais selon une architecture spécifique, totalement différente de celle de SIMPA.

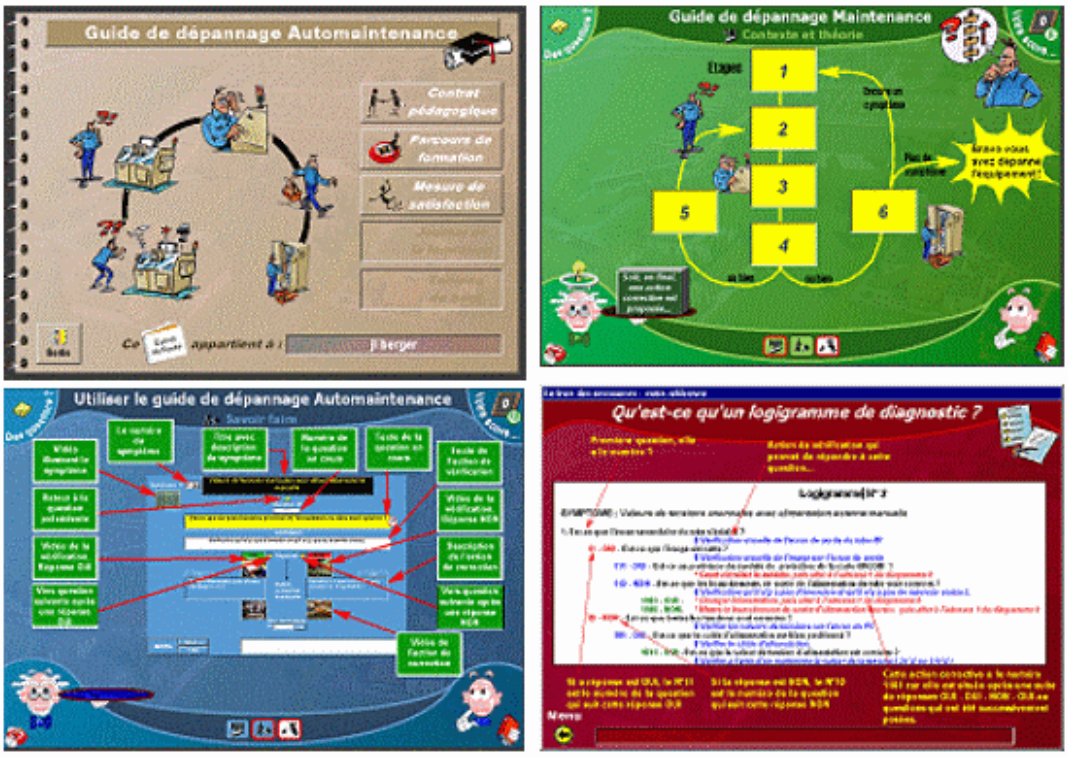


Figure 43. Module SIMPA sur l'auto-maintenance

La consigne de transfert a montré son efficacité : ce module d'une compétence cible (« *Utiliser le guide de dépannage Auto-maintenance* ») a été réalisé en 16h seulement. Il a été utilisé en situation de formation par 5 opérateurs à ce jour, avec le parcours du galop d'essai en préalable, en présence du formateur. L'expérience montre que sans utiliser le galop d'essai, il est pratiquement nécessaire d'avoir un formateur avec chaque utilisateur lors du premier contact.

III.5 Conclusion

Le projet Six Sigma a pu montrer, sur un champ expérimental réduit, la relative capabilité des médiateurs informatiques, ainsi que la critique positive des utilisateurs volontaires de SIMPA à propos de l'interface et du mode pédagogique laissant place à l'activité autonome de l'apprenant. Nous avons également constaté la rapide adaptation du modèle SIMPA à un nouveau domaine d'apprentissage, grâce à l'utilisation de la consigne de transfert par les auteurs.

Mais ces résultats positifs vont-ils résister à une analyse plus suivie dans le temps de l'usage du produit dans l'entreprise ? Tous les acteurs (en particulier les formateurs terrain et les managers) seront-ils satisfaits de SIMPA à l'usage ? Nous apportons dans la dernière partie des éléments de réponse, basés sur les retours après 6 mois d'usage du produit à TIV.

Partie IV

Retours d’usages de SIMPA et perspectives

En quoi SIMPA a-t-il changé les pratiques de TIV ? Peut-on dégager des tendances de gain durables ? Enfin, quelles perspectives peut-on dégager ? Cette dernière partie tente d'apporter les réponses à ces questions, à la lumière d'une expérimentation d'usage de 6 mois dans l'entreprise. Certes cette durée n'est pas encore suffisante pour tirer des conclusions définitives, mais elle est révélatrice de l'accueil de cette nouvelle organisation pédagogique dans la formation des opérateurs à leur poste de travail.

Nous verrons alors comment améliorer les supports, aussi bien en capacité de médiation qu'en diversification des activités pédagogiques proposées. Nous donnerons également quelques pistes de développement du produit, aussi bien à TIV qu'à l'extérieur, en particulier en développant des situations de travail collaboratif et à distance.

IV.1 Utilisation de SIMPA à TIV

Le projet Six Sigma s'est achevé le 30 octobre 2001. A cette date, TIV disposait de deux prototypes éprouvés de SIMPA, l'un de 4 compétences cibles sur le clean concept, l'autre d'une compétence cible sur l'auto-maintenance, ainsi que d'un module de galop d'essai. Un plan de déploiement du produit a été proposé ; nous le présentons dans un premier chapitre. Nous vérifierons sa mise en place 6 mois plus tard, avec la liste de l'ensemble des formations traitées selon SIMPA, suivi d'un bilan sur les gains et retours d'usage recueillis. Enfin, nous dégageons les limites de SIMPA à la lumière de ce premier bilan.

IV.1.1 Plan prévisionnel de déploiement

Les données historiques récentes évaluent à 9600h par an le volume de la formation interne au poste de travail. L'hypothèse est que les formations sur support multimédia peuvent concerner **20% de ce « marché interne »** : savoirs « théoriques », réactions à des aléas simulés, entretien et validation récurrentes de compétences. Ceci correspond à un volume de 1920 h de formation par an. La Figure 44 illustre le plan économique de déploiement de SIMPA.

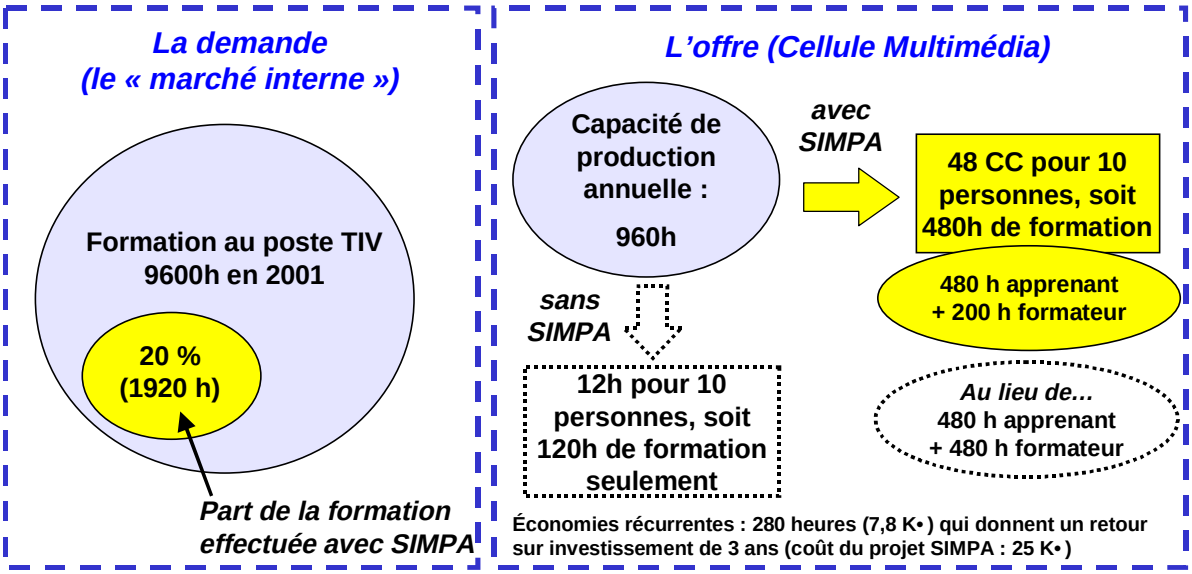


Figure 44. Plan de déploiement de SIMPA à TIV

La cellule multimédia peut consacrer 960 h par an à la conception et réalisation de produits de formation multimédias. De 1995 à 2000, ce volume horaire a permis de produire en moyenne 12 h de formation apprenant par an. L'utilisation du support pédagogique SIMPA doit multiplier par 4 cette performance, soit 48 heures de formation (sur une moyenne de 48 compétences cibles, en comptant pour l'apprenant un parcours d'une heure par CC). En tenant compte du nombre de personnes par EPIA (10 opérateurs en moyenne) et la possible transversalité d'une compétence, on évalue que chaque CC peut s'adresser en moyenne à 10 personnes. Ce sont donc 480 heures de formation par an qui pourront être réalisés sur les modules SIMPA. Toutes ces heures sont actuellement tutorées en individuel (1 formateur pour 1 apprenant, en permanence) ; elles représentent donc 960h de formation au poste, soit 50% du volume total de formation.

Nous identifions deux manières d'utiliser SIMPA :

1. **en mode Briefing–Débriefing** dans le cas d'une formation individuelle (pour un seul apprenant) ou en petit groupe (4 apprenants maximum),
2. **en mode « centre de ressources »** pour 5 apprenants ou plus. Dans ce cas, le formateur reste présent tout au long de la formation, mais accompagne individuellement chaque personne dans un parcours personnalisé. Des séquences de résolution commentée d'activité pédagogique (avec l'utilisation d'un vidéo-projecteur) ou de bilan d'une compétence cible sont effectuées collectivement, accompagné d'un dialogue entre le formateur et le groupe.

Etant donnée la taille souvent réduite des groupes d'apprenants à TIV, nous prévoyons une utilisation en Briefing–Débriefing dans 75% des cas, et 25% des cas en centre de ressources. Dans ces conditions, le temps d'animation du formateur passe de 480h à :

$$(480 \times 0{,}25 / 5) + (480 \times 0{,}75 / 2),$$

soit 200h, totalisant une économie annuelle de 280h. En équivalent coût horaire TIV, cela correspond à 7.8 K€. Le projet Six Sigma de création de SIMPA ayant coûté 25 K€, **le retour sur investissement est de 3 ans**.

IV.1.2 Les formations « SIMPAtisées »

Les supports SIMPA deviennent la nouvelle référence à TIV, et tendent à normaliser le déroulement des formations au poste de travail. La cellule multimédia a ainsi élaboré un contrat avec ses clients : les acteurs internes de la formation (RUP et STP, mais aussi le Service des Ressources Humaines, pour garantir le lien avec la gestion globale des compétences de l'entreprise) ; le contrat systématise l'utilisation de SIMPA pour toute nouvelle formation qui nécessite le développement d'un support multimédia. Mais quels sont les critères qui déterminent cette décision ?

Nous avons tenté d'adopter la méthode producticienne de l'AMDEC[145] pour définir un planning de réalisation de nouveaux supports SIMPA. Elle décrit tout besoin de formation selon trois critères quantifiés par un entier entre 1 et 3 :

[145] Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité. C'est une technique d'analyse prévisionnelle qui permet d'estimer les risques d'apparition de défaillances ainsi que les conséquences sur le processus de fabrication.

- **Gravité (G) :** le besoin de formation est-il lié à un problème de conformité grave ?
    - 1 : l'EPIA seule est concernée
    - 2 : l'entreprise entière est concernée
    - 3 : le client est directement concerné

- **Occurrence (O) :** quelle est l'occurrence du problème lié au besoin de formation ?
    - 1 : apparaît dans moins de 20 % des cas
    - 2 : apparaît entre 20 et 80 % des cas
    - 3 : apparaît dans plus de 80% des cas

- **Non Détectabilité (ND) :** qui peut détecter le problème ? (sans parler de sa résolution)
    - 1 : l'expert ou le contrôleur, mais pas l'opérateur
    - 2 : l'expert seulement
    - 3 : personne ne sait le détecter

On multiplie les 3 indices **« GOND »** (G × O × ND) pour obtenir le coefficient de chaque sujet de formation envisagé. Les sujets les plus urgents (maximum de 27) sont traités en priorité dans le planning annuel de réalisation de la cellule multimédia. Nous avons établi début 2002 un tel planning pour 17 sujets de formation, en collaboration avec les STP, validé par les RUP. Cela dit, ce planning n'est qu'indicatif ; la méthode « GOND », bien qu'intéressante pour définir des priorités, oublie des critères importants dans la décision de « SIMPAtiser » une formation, tels que :

- **quelle est la taille du public prévu ?** Il est plus intéressant de développer des formations SIMPA pour un grand nombre de personnes ;
    - 1 : moins de 5 personnes concernées
    - 2 : entre 5 et 20 personnes
    - 3 : plus de 20 personnes
- **quelle est la criticité du poste de travail considéré ?** Elle concerne un poste où le process est d'une mise au point délicate, sur laquelle l'expert a une grande valeur ajoutée en terme de savoir spécifique, d'expérience ;
    - 1 : poste non critique
    - 2 : poste peu critique
    - 3 : poste critique
- **quelle est la complexité des notions à expliquer pédagogiquement** : le support multimédia est-il réellement nécessaire ?
    - 1 : une formation académique serait équivalente
    - 2 : le multimédia a une valeur ajoutée sur certains points
    - 3 : le multimédia est nécessaire

Nous avons ainsi complété les coefficients GOND avec ces 3 critères, définissant un nouveau score noté **« GOND+ »** (dont le maximum est de 729). Mais au-delà de tous ces critères, la décision de développer une nouvelle formation SIMPA relève plus des circonstances, le plus souvent imprévues et urgentes, que d'un planning fixé : ce ne sont pas les formations les mieux cotées « GOND+ » qui sont forcément réalisées en premier sous SIMPA. Ainsi en atteste le Tableau 8 ; il résume les formations actuellement disponibles dans le catalogue SIMPA de TIV. Celles marquées d'un astérisque (*) sont en chantier (mai 2002). Lorsqu'il est mentionné, le temps de conception comprend l'ensemble des réunions entre l'auteur et

l'expert, le tournage et la numérisation des vidéos nécessaires, l'intégration du contenu dans SIMPA ainsi que les tests et corrections.

Sujet de formation	Nbre de CC	Temps de conception	Public visé	Score GOND+	Remarques
Galop d'essai	1	18h	Toute personne découvrant SIMPA	-	Contenu futile (préparer le thé)
Clean Concept	7	-	85 personnes (dont 50 opérateurs) planifiées en 2002	108	Formation de rappel des règles comportementales pour tout le personnel travaillant en Salle Propre
Prépotting	1	-	13 personnes (dont 10 opérateurs) formées à fin mai 2002	72	Poste de préparation à l'habillage du tube IIR
Auto-Maintenance	1	26h	Tout utilisateur du guide informatique d'auto-maintenance à TIV	8	4 opérateurs formés début 2002
Chargement des Ecrans Primaires	2	112h	12 personnes formées à fin mai 2002 (dont 5 opérateurs de l'EPIA Ecrans Primaires)	96	2 opérateurs formés en avril 2002
Utilisation de SAP	3	47h	Tous les arrivants en production (notamment les intérimaires)	72	Formation au nouveau logiciel de gestion de production (5 personnes formées à début juin)
Collage du plateau-guide des IIR (*)	1	-	EPIA Pompage	24	Livraison du support SIMPA prévue en septembre 2002
Brasure (*)	3	-	EPIA Montage	64	Diagrammes cause-effet des 3 CC validés fin mai 2002
Connaissance de l'entreprise (*)	3	-	Tous les nouveaux arrivants à TIV	36	Réalisation prévue pour l'été 2002

Tableau 8. Les formations SIMPA à TIV après 6 mois d'utilisation

Dans cette liste, l'utilisation de SAP et la connaissance de l'entreprise ne faisaient pas partie du planning prévisionnel « GOND+ ». En outre, le collage du plateau-guide et la brasure, malgré leur faible coefficient (respectivement 24 et 64 sur 729), ont vu leur réalisation SIMPA accélérée par l'apparition de nouveaux problèmes de conformité. Ceci illustre la difficulté à vouloir planifier une formation en entreprise, qui plus est lorsqu'elle est liée à « la mouvance du terrain », c'est-à-dire les besoins changeants de la production.

IV.1.3 Gains et retours d'usage

Comment les supports SIMPA sont-ils utilisés à TIV ? Après 5 mois d'usage, quelle satisfaction en ont les apprenants, les auteurs, les formateurs et les managers ? Nous formulons ici un premier bilan critique de SIMPA en situation réelle de formation. Après une vue de l'accueil réservé à SIMPA par les acteurs de la formation, nous identifions et quantifions des cas concrets où le modèle pédagogique du Briefing–Débriefing est appliqué. Les bilans horaires de la cellule multimédia nous conduiront à dégager un net gain en productivité dans la conception d'un support de formation. Enfin, nous verrons comment les traces informatiques constituent un suivi systématique des formations au poste de travail.

IV.1.3.1 Satisfaction des acteurs de la formation

L'enquête de satisfaction porte d'une part sur les besoins identifiés des clients, d'autre part sur la médiation apportée par le professeur et le compagnon.

IV.1.3.1.1 Sur les besoins

Comme cela a été prévu lors du projet Six Sigma, nous avons proposé, pour chaque nouvelle formation SIMPA, une **enquête de satisfaction client**. Cette enquête porte sur leurs 5 besoins principaux, issus des matrices QFD[146]. Les figures suivantes présentent ces enquêtes : celle destinée aux apprenants (Figure 45), celle destinée aux formateurs (Figure 46), et celle destinée aux managers (Figure 47).

[146] Voir les matrices pages xx à xx.

ENQUÊTE DE SATISFACTION DES APPRENANTS SUR LES MODULES DE FORMATION "SIMPA" À TIV

Date.....

1 – Pensez-vous pouvoir mettre en pratique sur le terrain ce que vous avez appris ?

	0	1	2	3	4
	Il me paraît impossible d'appliquer sur le terrain ce que j'ai appris durant cette formation.	Je pense pouvoir appliquer une petite partie seulement de ce que j'ai appris.	En moyenne, je vais pouvoir appliquer ce que j'ai appris.	La majorité des choses que j'ai apprises vont être applicables sur le terrain.	Je vais pouvoir appliquer sur le terrain tout ce que j'ai appris durant cette formation.
Cochez la case de votre choix					

2 – Cette formation a-t-elle été en lien avec vos attentes ?

	0	1	2	3	4
	Cette formation n'a répondu à aucune de mes attentes.	Cette formation n'a répondu qu'à une petite partie de mes attentes.	Cette formation a répondu en moyenne à mes attentes.	Cette formation a répondu à la majorité de mes attentes.	Cette formation a répondu à toutes mes attentes
Cochez la case de votre choix					

3 – Avez-vous retrouvé dans cette formation le contexte de votre pratique quotidienne ?

	0	1	2	3	4
	Non, à aucun moment.	Seulement à certains moments bien précis.	Dans l'ensemble, j'ai retrouvé des éléments de ma pratique quotidienne.	La plupart du temps, j'ai retrouvé les éléments de ma pratique quotidienne.	La formation collait en tout point avec ma pratique quotidienne.
Cochez la case de votre choix					

4 – Cette formation a-t-elle été adaptée à votre rythme et à votre façon d'apprendre ?

	0	1	2	3	4
	Pas du tout ; je n'ai pas apprécié le déroulement de la formation.	La formation m'était adaptée sur certains points seulement.	Dans l'ensemble, j'ai été assez satisfait(e) du déroulement de la formation.	Je suis globalement satisfait(e) du déroulement de la formation.	C'était parfait ; je me suis senti(e) toujours à l'aise pour apprendre.
Cochez la case de votre choix					

5 – Qu'avez-vous pensé de la convivialité et de la clarté du module multimédia ?

	0	1	2	3	4
	Je l'ai trouvé complexe, difficile à utiliser. C'est un frein à la formation.	La clarté et/ou la convivialité est à revoir sur certains points.	C'est dans l'ensemble assez clair et convivial.	J'ai apprécié le module multimédia ; c'est ludique, et bien expliqué.	Tout était clair, extrêmement ludique, et d'une utilisation intuitive.
Cochez la case de votre choix					

Figure 45. Enquête de satisfaction auprès des apprenants

ENQUÊTE DE SATISFACTION DES FORMATEURS TERRAIN SUR LES MODULES DE FORMATION "SIMPA" À TIV

Date.....

1 – Avez-vous disposé d'une cible précise de formation (compétences à atteindre) ?

	0	1	2	3	4
	Je n'avais aucune cible d'identifiée.	Les objectifs de la formation n'ont pas été assez bien définis.	Dans l'ensemble, les compétences à atteindre ont été correctement ciblées.	La formation a été bien ciblée ; la majorité des compétences a été identifiée	Toutes les compétences ont été bien ciblées au préalable.
Cochez la case de votre choix					

2 – Êtes-vous satisfait(e) de l'indicateur chiffré (niveau sur 7) sur les résultats de la formation, pondéré par un intervalle de confiance ?

	0	1	2	3	4
	Pas du tout ; il me donne des résultats incohérents avec la réalité.	Je trouve que ces chiffres ne correspondent pas vraiment avec la réalité.	En moyenne, ces indicateurs m'ont semblé refléter le niveau des apprenants.	Ces indicateurs sont assez crédibles quant à l'appréciation du niveau des apprenants.	Le score et son intervalle de confiance sont cohérents et très crédibles.
Cochez la case de votre choix					

3 – Avez-vous obtenu dans les délais (15 jours) votre module "SIMPA", une fois que les Compétences Cibles aient été identifiées ?

	0	1	2	3	4
	J'ai dû attendre beaucoup plus longtemps...	Il y a eu un certain retard dans la livraison de mon module de formation.	Le module de formation m'a été livré avec un léger retard.	Le module de formation m'a été livré dans les délais.	J'ai eu mon module en avance par rapport aux délais fixés.
Cochez la case de votre choix					

4 – Avez-vous eu le sentiment d'intervenir dans un contexte ou l'apprenant et l'Entreprise ont été vraiment clients de votre action (le contrat pédagogique a-t-il été efficace) ?

	0	1	2	3	4
	Il m'a semblé que je n'ai servi à rien. Il n'y a pas eu de contrat (ou alors il a été inefficace).	J'ai le sentiment d'une certaine impuissance dans l'apport de mon action de formation.	Dans l'ensemble, le contrat a donné des bases correctes à mon action.	Je suis satisfait(e) de l'apport du contrat pédagogique dans cette formation.	Le contrat pédagogique est indispensable ; il a motivé tous les acteurs de la formation.
Cochez la case de votre choix					

5 – Êtes-vous satisfait(e) du découpage de cette formation en "Compétences Cibles" ?

	0	1	2	3	4
	Ce découpage ne correspond à rien.	Les Compétences Cibles auraient dû être mieux définies.	Dans l'ensemble, ces Compétences Cibles collent assez bien à mes attentes.	Je suis satisfait(e) de ce découpage ; il respecte globalement le contenu de la formation.	Ces Compétences Cibles sont très pertinentes ; elles clarifient même le contenu.
Cochez la case de votre choix					

Figure 46. Enquête de satisfaction auprès des formateurs

ENQUÊTE DE SATISFACTION DES MANAGERS (RUP / RSS)
SUR LES MODULES DE FORMATION "SIMPA" À TIV

Date.....

1 – Avez-vous eu une garantie sur les résultats de la formation (atteinte des Compétences Cibles) ?

	0	1	2	3	4
	Je n'ai eu aucun retour de cette formation et de ses résultats.	J'ai eu des résultats partiels sur l'atteinte des objectifs.	En moyenne, je peux estimer quels sont les résultats de cette formation.	J'ai une garantie assez forte sur l'atteinte des objectifs.	Je suis complètement rassuré(e) sur les résultats de cette formation.
Cochez la case de votre choix					

2 – Selon vous, le STP a-t-il disposé de moyens pédagogiques efficaces (via "SIMPA") pour remplir sa tâche de formation ?

	0	1	2	3	4
	Non ; je ne l'ai pas senti soutenu dans cette tâche.	En partie seulement ; sa charge en terme de formation reste trop élevée.	Dans l'ensemble, des moyens plutôt efficaces ont été mis à sa disposition.	Oui, j'ai relevé un net apport des moyens pédagogiques mis en place pour aider le STP.	Grâce à "SIMPA", le STP a rempli efficacement son rôle de formateur, sans surcharge de travail.
Cochez la case de votre choix					

3 – Avez-vous disposé rapidement de personnes formées ?

	0	1	2	3	4
	La formation a duré beaucoup trop longtemps.	La formation n'a pas été assez rapide à mon goût.	En moyenne, la rapidité de la formation me semble acceptable.	J'ai trouvé la formation assez rapide.	Les délais de formation sont très réduits ; je suis tout à fait satisfait(e).
Cochez la case de votre choix					

4 – Disposez-vous d'une attestation de compétence fiable pour gérer les grilles de polyvalence ?

	0	1	2	3	4
	Pas du tout ; je ne dispose pas d'attestation de compétence.	Les attestations sont rarement faites (ou bien elles ne sont pas crédibles).	Dans l'ensemble, je dispose d'attestations assez fiables.	J'ai systématiquement des attestations de compétences ; je leur fait confiance.	Ces attestations me semblent très pertinentes pour gérer les grilles de polyvalence.
Cochez la case de votre choix					

5 – Le référentiel des formations est-il disponible pour tous ?

	0	1	2	3	4
	Non ; je ne sais même pas où le trouver.	Il n'y a pas assez d'information sur ce sujet.	Dans l'ensemble, on peut se débrouiller à retrouver ce référentiel.	Je sais où trouver ce référentiel ; je suppose qu'il en est de même pour mes collègues.	Le référentiel est très accessible ; tout le monde sait bien sûr où le consulter.
Cochez la case de votre choix					

Figure 47. Enquête de satisfaction auprès des managers

Rappelons que nous nous étions fixé comme objectif d'avoir un score moyen de 2 sur 4 pour chacun des acteurs. Étant donné le faible nombre de formations SIMPA déjà effectuées, nous avons seulement pu récolter les appréciations des apprenants à une formation sur les 7 CC du clean concept. Cependant, le nombre déjà conséquent de retours (36) nous donne une tendance significative. Les premiers résultats obtenus sont révélateurs d'un **très bon accueil**

de SIMPA par les opérateurs, ce qui constitue un facteur de réussite du projet Six Sigma. Le Tableau 9 donne le bilan de satisfaction pour la formation clean concept.

Questions	Note moyenne sur 4	Écart type
1. Pensez-vous pouvoir mettre en pratique sur le terrain ce que vous avez appris ?	**3.3**	**0.7**
2. Cette formation a-t-elle été en lien avec vos besoins ?	**3.2**	**0.7**
3. Avez-vous retrouvé dans cette formation le contexte de votre pratique quotidienne ?	**2.8**	**0.9**
4. Cette formation a-t-elle été adaptée à votre rythme et à votre façon d'apprendre ?	**3.4**	**0.6**
5. Qu'avez-vous pensé de la convivialité et de la clarté du module multimédia ?	**3.2**	**0.8**

Tableau 9. Enquête sur les besoins pour la formation SIMPA au clean concept

Sur l'ensemble des 5 questions, la note moyenne donnée par les opérateurs apprenants est de 3.2 sur 4. Le détail du dépouillement (non présenté ici) montre que des personnes qui se montraient réticentes à l'utilisation de l'ordinateur en formation ont elles aussi une bonne appréciation des supports SIMPA ; pour preuve le faible écart type sur les appréciations.

Ces résultats démontrent-ils que SIMPA répond entièrement à l'ensemble des besoins des acteurs de la formation ? Pas nécessairement. Tout d'abord, il faut considérer que l'attrait de la nouveauté joue ici un rôle non négligeable dans l'accueil des supports. Mais c'est surtout le simple fait d'enquêter qui bruite la mesure ; le phénomène est bien connu : les personnes sondées ont systématiquement tendance à aborder le questionnaire avec indulgence, comme si inconsciemment ils attendaient une reconnaissance en retour. Ainsi, un utilisateur pas vraiment enthousiasmé par SIMPA aura malgré tout tendance à bien noter le support. Dans ces conditions, pour qu'un utilisateur donne une mauvaise appréciation (c'est-à-dire en dessous de la moyenne), il faut vraiment qu'il soit très mécontent de ce qu'il a vécu.

On pourrait également objecter qu'un jugement critique sur un produit ne peut être porté par des personnes qui ont participé à sa création, par l'intermédiaire d'un recueil de besoins. Cela n'est pas le cas ici : les personnes interrogées à l'issue d'une formation SIMPA ne sont pas celles qui ont participé à l'étude des besoins dans le cadre du projet Six Sigma.

IV.1.3.1.2 Sur la médiation

À chaque questionnaire de satisfaction présenté dans les pages précédentes, nous avons ajouté une sixième question sur l'**appréciation des tuteurs informatisés**. Nous voulons savoir s'ils apportent une aide efficace à l'apprenant. Comme l'utilisation des tuteurs est liée à l'utilisation de l'interface SIMPA en général, nous avons également demandé aux apprenants combien de temps (ou combien d'activités pédagogiques) a été nécessaire pour qu'ils se familiarisent complètement avec l'interface, c'est-à-dire se sentent à l'aise dans les phases d'autonomie lors d'un Briefing–Débriefing.

6 – Quelle aide avez-vous reçue des 2 personnages situés au bas des écrans?

	0	1	2	3	4
Cochez les cases de votre choix	Je n'ai pas reçu d'aide appréciable de ce personnage	J'ai été quelquefois guidé(e) par ses interventions. D'autres fois elles étaient superflues, peu claires ou gênantes.	En moyenne ses interventions m'ont été utiles pour savoir ce qu'il fallait faire et où aller.	La plupart de ses interventions m'ont été utiles et motivantes pour me guider	J'ai apprécié toutes ses interventions. Elles m'ont été à la fois utiles, motivantes et agréables.
De la part du « Prof »					
De la part du « Compagnon »					

Au bout de combien de temps (ou d'exercices) vous êtes-vous senti autonome dans l'usage du support multimédia :
10 min – 20 min – 30 min – 45 min – 1h – 1h 30 – 2h – Plus de 2h... *Entourez la réponse de votre choix*
1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12 – Plus de 12 exercices...

Figure 48. Questionnement complémentaire sur la médiation et l'interface de SIMPA

Là encore les résultats sont flatteurs pour nos tuteurs ; les appréciations ne sont jamais inférieures à 2 sur 4, pour une moyenne de 3.1 pour le professeur et 2.7 pour le compagnon (sur 36 retours d'enquête ; voir le Tableau 10). Précisons que dans le cas d'une personne déclarant n'avoir reçu aucune aide de la part du compagnon (0 sur 4) et ayant obtenu la note maximale de 7 sur 7 sur SIMPA, nous ne tenons pas compte de sa note. En effet, le compagnon n'intervient pas dans ce cas (rappelons qu'il exploite positivement les erreurs de l'apprenant). Nous faisons de même pour tout questionnaire portant sur l'utilisation de SIMPA en mode test, puisque le compagnon est absent de l'écran dans ce mode d'utilisation. On remarque que si l'appréciation est encore légèrement inférieure à celle du professeur, l'écart est beaucoup moins marqué que lors des expériences en phase R4 du projet Six Sigma. Il reste néanmoins un travail à mener sur le renforcement du rôle du compagnon.

Questions	Moyenne	Écart type
6. Quelle aide avez-vous reçue des deux personnages situés au bas des écrans ?		
- Professeur	**3.1**	**0.9**
- Compagnon	**2.7**	**1.2**
Au bout de combien de temps vous êtes-vous senti(e) autonome dans l'usage du support multimédia ?	**28 min**	**30.6**
Au bout de combien d'activités vous êtes-vous senti(e) autonome dans l'usage du support multimédia ?	**3**	**2.1**

Tableau 10. Enquête sur la médiation pour la formation SIMPA au clean concept

En moyenne, les utilisateurs déclarent être autonomes sur SIMPA au bout de 28 minutes, ou de 3 activités pédagogiques. De fait, nous utilisons le galop d'essai beaucoup moins souvent que nous l'avions prévu ; grâce à l'application des règles ergonomiques, l'apprentissage de l'interface est assez rapide[147]. Cela dit, le fort écart type sur le temps nécessaire à l'autonomie nous rappelle l'inégalité des apprenants quant à la familiarisation avec l'environnement informatique (certaines personnes se sont déclarées autonomes sur SIMPA après 2h d'utilisation, alors que d'autres l'étaient en 10 min !) ; l'emploi du galop d'essai, en présence du formateur, reste indispensable pour les opérateurs les moins familiarisés.

IV.1.3.2 Cas concrets d'application du Briefing–Débriefing

Toutes les formations ne peuvent pas se dérouler selon le Briefing–Débriefing ; dans le plan de déploiement de SIMPA, nous l'avions prévu dans 75% des cas, mais il s'avère que ce chiffre reste aujourd'hui au-dessus de la réalité.

Pour le clean concept par exemple, ce sont la moitié des formations qui sont réellement effectuées en Briefing–Débriefing ; l'autre moitié est pratiquée en mode « centre de ressources » en groupe. Le Briefing–Débriefing se prête très bien à la formation des arrivants en Salle propre, qui plus est s'ils sont jeunes et à l'aise avec l'outil informatique. Dans ces cas précis, nous observons une diminution de 50% du temps de présence du formateur (le STP responsable du clean concept à TIV), et une satisfaction des apprenants, qui déclarent apprécier une formation motivante et ludique. Les supports SIMPA, même parcourus en autonomie, se révèlent être « prenants », de par l'action permanente qu'ils engendrent. Ainsi, nous effectuons des séances de formation de 2h30 sans susciter de lassitude chez les apprenants.

Il est intéressant de remarquer que de telles appréciations commencent à apparaître chez des personnes plus âgées, opérateurs depuis plusieurs dizaines d'années à TIV, et peu attirés par l'informatique. L'action de formation entamée pour l'ensemble du personnel intervenant en Salle Propre (85 personnes, à raison de 2×7 personnes par semaine), débutée en centre de ressources SIMPA avec un formateur en permanence, est faisable en mode Briefing–Débriefing. Mais dans ce cas, comme dans d'autres[148], le choix du mode centre de ressources est **délibéré de la part de l'entreprise** : d'une part cela permet de regrouper 7 personnes dans un même créneau horaire, d'autre part l'enjeu de ces premières formations avec SIMPA est de susciter la discussion de groupe, par exemple sur l'explication des règles comportementales en Salle Propre, mais aussi de faire découvrir en groupe l'environnement SIMPA au personnel opérateur en poste depuis longtemps à TIV.

Notons également que SIMPA a un effet bénéfique sur la prise en compte par les experts techniques de terrain, les STP, de leur rôle de formateur interne au poste de travail. Grâce aux supports ludiques et entièrement documentés, les STP retrouvent eux-mêmes le **goût de former** les opérateurs, chose pour laquelle ils ne ressentaient que peu de reconnaissance jusqu'alors.

[147] Cet apprentissage peut ainsi se faire sur les premières CC de la formation (par exemple pour le clean concept, où les 4 premières CC sont les compétences de base, à faible niveau de difficulté).
[148] Notamment pour les formations à la gestuelle EP et au prépotting.

IV.1.3.3 Amélioration de la productivité de conception/réalisation

La Figure 44 illustrant le plan de déploiement de SIMPA à TIV mentionnait la réalisation de 48 Compétences Cibles pour une capacité de production annuelle de 960h par la cellule multimédia (cf. p.153). Cela fait 20h de conception/réalisation en moyenne par CC. Cette estimation s'appuie à la fois sur une décomposition type des tâches (conception/réalisation inhérente à SIMPA) et sur nos premiers retours d'expérience dans ce domaine[149]. Nous estimons que chaque CC équivaut à une heure de formation, que ce soit en mode Briefing–Débriefing ou en mode centre de ressources.

Pour calculer le temps de conception d'une CC avec SIMPA, notre hypothèse de départ est que les diagrammes cause-effet sont rédigés ; le contenu de la formation est donc défini. D'autre part, nous nous plaçons dans le cas le plus courant où il est nécessaire de tourner et numériser des vidéos qui interviendront dans les activités pédagogiques (dans un glisser/déplacer par exemple) ou dans le livre des ressources. On compte 6 étapes dans la conception/réalisation d'une CC (voir Figure 49) :

1. Définition en collaboration avec l'expert des activités pédagogiques :
   - choix des types d'activités pédagogiques pour traiter le contexte, le savoir faire et la réaction aux aléas,
   - définition du contenu des vidéos,
   - définition du contenu des commentaires et ressources
2. Tournage des vidéos sur le terrain
3. Numérisation et montage des vidéos
4. Implémentation des activités pédagogiques dans SIMPA
5. Intégration des ressources documentaires
6. Tests et corrections avec l'expert et un opérateur confirmé

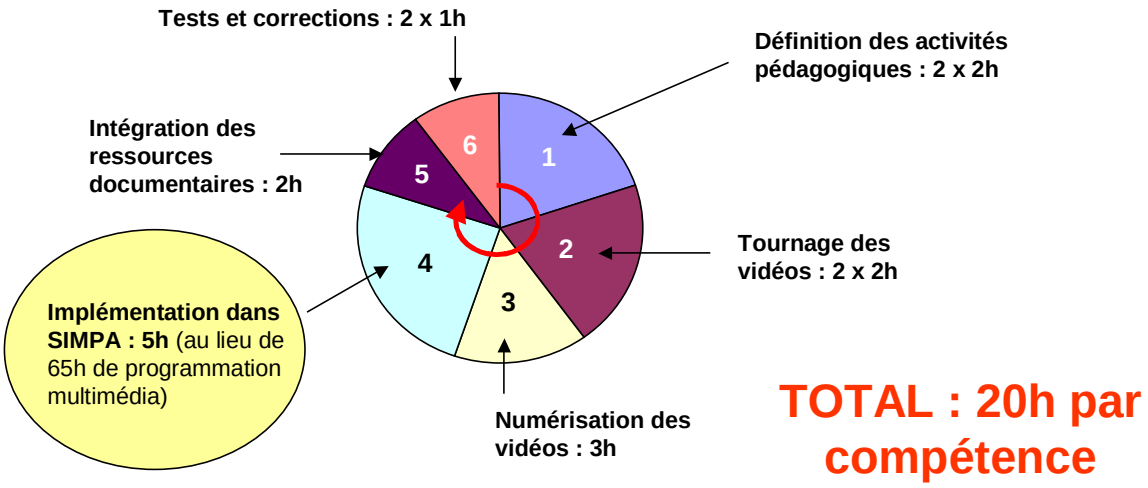


Figure 49. Décomposition du temps de conception d'une compétence cible avec SIMPA

[149] Un calcul à partir du Tableau 8 sur les premières réalisations SIMPA donne en moyenne 30h par CC ; avec la pratique, ce temps va baisser.

Notons que la productivité en tournage et montage vidéo augmente d'environ 20% quand plusieurs compétences d'un même sujet sont traitées en même temps, ce qui est souvent le cas dans la pratique. Dans le cas d'une CC ne nécessitant pas de vidéos, le temps est raccourci de la quasi-totalité des heures consacrées au tournage et montage vidéo ; elles sont éventuellement remplacées par un temps très faible de prises de vues photographiques, avec un appareil numérique (temps de numérisation réduit à zéro).

Les 20h obtenues sont à comparer aux 80h nécessaires à la conception/réalisation d'une heure de formation avant l'usage de SIMPA (données des années 1995–2000). C'est donc d'un **facteur 4 qu'est améliorée la productivité** de la cellule multimédia dans son activité d'auteur de supports de formation interactifs. Remarquons de surcroît que les produits multimédias réalisés jusqu'en 2001 à TIV (qualifiés « pré-SIMPA ») étaient de qualité pédagogique équivalente à celle obtenue dans SIMPA, mais sans aucune médiation intégrée, c'est-à-dire sans outillage pour mener à bien la consultation des supports de formation en autonomie. Pour illustration en terme de coûts de conception :

- 1h de formation SIMPA coûte 558 €,
- 1h de formation « pré-SIMPA » coûte 2230 €,
- 1h de formation multimédia conçue par un organisme de prestation externe à l'entreprise coûte 6000 € (estimation effectuée à partir de notre expérience du marché grenoblois de la formation).

C'est clairement la réutilisation de ses modèles informatiques qui rend SIMPA compétitif. Ainsi, l'opération où le gain en productivité est le plus marqué est celle de l'implémentation multimédia ; elle est simplifiée par l'usage systématique de la consigne de transfert et des livres ToolBook modèles des activités pédagogiques. Le Tableau 11 compare une méthode de formation académique et la méthode SIMPA pour répondre à un besoin de formation au poste.

	Méthode académique	**Méthode SIMPA**	
		Avec vidéos	**Sans vidéos (texte et photos)**
Prestations fournies	Exposé oral sur support PowerPoint (comprenant textes et photos). Evaluation sur QCM papier. Simulation monopolisant le poste de travail. Traçabilité non systématique.	Contrat pédagogique systématique. Tests informatisés avec évaluation de l'intervalle de confiance. Pédagogie active sur activités pédagogiques ou mises en situation médiatisées. Traçabilité systématique du parcours et des résultats.	Idem ci-contre, mais sans le recours aux séquences vidéos pour la mise en situation des non-conformités et des aléas.
Temps de conception	5 à 6h pour une heure d'animation	20 h pour une heure d'animation	5 à 6h pour une heure d'animation
Temps de formateur	1h	0.5 à 1h	0.5 à 1h
Temps total	6 à 7h	20.5 à 21h	5.5 à 7h

Tableau 11. Comparaison entre SIMPA et une formation académique en entreprise

La comparaison révèle que pour des prestations de base identiques sur des documents pédagogiques (textes, graphismes et photos sans vidéos), **il ne faut pas plus de temps pour réaliser les supports avec SIMPA qu'avec PowerPoint**. Nous avons vu que l'ajout de vidéos ne posait aucun problème supplémentaire quant à l'implémentation multimédia, mais demandait uniquement du temps de montage et de numérisation. Pour de nombreux postes de travail de type procéduraux, la gestuelle est primordiale dans la formation ; c'est pourquoi les vidéos ne sont pas un luxe dans ces cas-là, et doivent être insérées au contenu pédagogique[150].

Nous ne savons pas comparer l'efficacité de ces 2 méthodes de formation ; sans étude précise réalisée sur ce point, nous partirons du principe qu'une formation SIMPA est au moins aussi efficace qu'une formation académique. Cela dit, la fiabilité des évaluations obtenues avec SIMPA est sans commune mesure avec celles que l'on déduit d'un QCM papier. Les traceurs informatiques, ainsi que l'intervalle de confiance sur la note attribuée contiennent de nombreuses informations ; détaillons-les à partir de cas vécus.

IV.1.3.4 Exploitation des traces informatiques

Les traces informatiques intégrées à SIMPA nous servent en premier lieu à établir automatiquement un **historique des formations suivies**. Ce dernier se compose d'un tableau qui indique, pour chaque sujet de formation :

- les nom et prénom de l'apprenant,
- la date de conclusion du parcours de formation,
- le titre des compétences cibles,
- les notes obtenues par l'apprenant sur chacune de ces compétences.

Un tel tableau est généré à la demande par une application ToolBook à partir des données des carnets de route enregistrés sur le réseau d'entreprise ; il est utilisé par le service Ressources Humaines dans le cadre de la gestion des compétences.

Mais on relève deux autres types d'informations utiles, qui s'attachent plus particulièrement au comportement de chaque apprenant face à SIMPA : le journal de la formation et l'intervalle de confiance sur la note.

IV.1.3.4.1 Le journal de la formation

Pour l'instant, le journal est encore trop rarement exploité par les formateurs, car ils n'ont pas eu une formation complète sur les supports SIMPA (voir chapitre IV.2.2.1). Mais quelques cas concrets nous ont déjà prouvé l'utilité de ce journal. Rappelons qu'il y a deux niveaux de lecture du journal. Le **niveau macroscopique** résume les grandes étapes chronologiques suivies par l'apprenant (enchaînement des activités pédagogiques et des CC), ainsi que, en mode test, le détail de ses erreurs éventuelles. Le **niveau microscopique** liste la chronologie des actions de l'apprenant (dans un glisser/déplacer par exemple, chaque déplacement d'étiquette est tracé, avec le nom de l'étiquette concernée et l'endroit où elle a été posée).

[150] Remarquons tout de même que l'emploi de plusieurs photos numérotées chronologiquement remplace honorablement dans certains cas une vidéo ; avant de se lancer dans le tournage, il convient de s'assurer de la valeur ajoutée de la vidéo.

Lors d'une formation au prépotting, en consultant le carnet de route d'un opérateur confirmé, le STP a été surpris de voir que tous les points n'avaient pas été obtenus. Il a consulté le journal de la formation macroscopique, ce qui lui a permis de constater sans ambiguïté que l'erreur commise avait été répétée plusieurs fois consécutivement. Grâce à l'identification de l'endroit précis de l'erreur (dans ce cas précis, le libellé de l'étiquette mal placée dans l'activité glisser/déplacer), le STP a pu échanger avec l'opérateur sur ce point précis de la formation, et corriger avec lui cette lacune. Le journal s'est révélé utile dans de nombreux autres cas de formation en mode Briefing–Débriefing ; cependant, il faut noter que la relation entre l'apprenant et le formateur est basée sur la confiance : plutôt que de consulter le journal SIMPA à son retour, le formateur demande le plus souvent directement à l'apprenant quel a été son parcours, et vérifie les notes attribuées.

IV.1.3.4.2 L'intervalle de confiance sur la note

Nous avons construit les supports SIMPA de telle façon qu'un novice sur le sujet de formation traité puisse répondre à l'ensemble des questions, par l'intermédiaire du livre des ressources. De cette manière, le risque était de ne plus faire de distinction dans la notation d'un expert et d'un novice. L'intervalle de confiance sur la note est utilisé aussi bien en mode test qu'en mode apprentissage ; pour une même note attribuée (par exemple 5 sur 7), **la largeur de l'intervalle est révélatrice du niveau d'expertise sur la compétence**. Un intervalle étroit associé à une note élevée indique au formateur que l'apprenant est un expert ; la même note avec un intervalle plus large est caractéristique d'un apprenant moins expérimenté, mais autonome : il a su prendre son temps pour réunir toutes informations nécessaires pour donner les bonnes réponses.

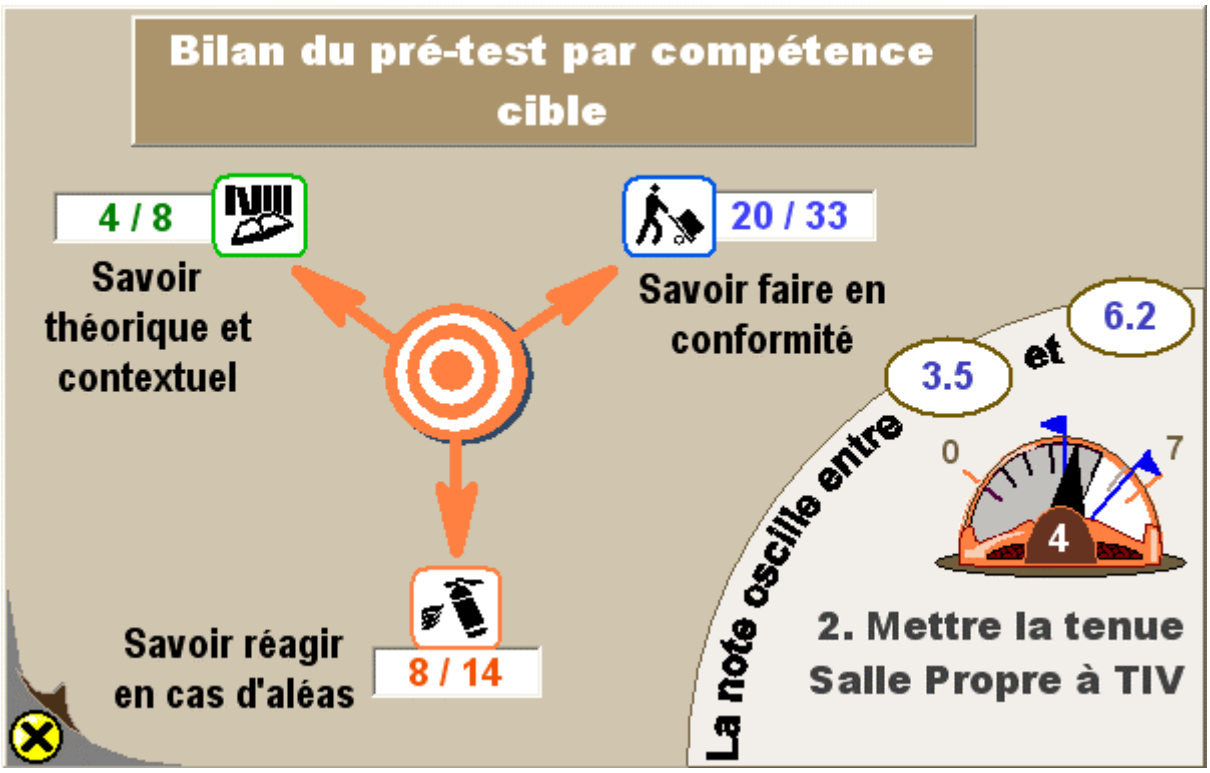


Figure 50. Bilan d'une compétence cible (mode test) dans le carnet de route

La Figure 50 montre un exemple d'intervalle de confiance tel qu'il apparaît au formateur après un pré-test. À gauche de l'écran est donné le profil de l'apprenant dans ses

bonnes réponses sur chaque type de savoir ; à droite apparaît la note sur la balance (entre 0 et 7) ainsi que l'intervalle, matérialisé par les 2 drapeaux bleus. On y remarque son caractère asymétrique (intervalle bas de 0.5 point, intervalle haut de 2.2 points). La zone grisée de la balance correspond aux notes en-dessous de la spécification fixée dans le contrat pédagogique ; dans ce cas, la spécification était de 5 sur 7. On remarque que si la note est hors spécification (4 sur 7), l'intervalle nous indique que l'apprenant a perdu beaucoup de points par manque de consultation des ressources ou par manque de concentration (largeur de l'intervalle haut). Le formateur doit être prudent quant à la validité de cette note, puisque potentiellement, l'apprenant aurait pu atteindre 6.2 sur 7. Nous avons certainement affaire à une personne expérimentée sur son poste de travail, mais qui n'a pas su traduire sa compétence lors du test sur SIMPA : on peut qualifier ce profil « expert sous-évalué ». Nous avons ainsi modélisé 7 profils types d'apprenants en fonction de la corrélation entre leur note (faible, moyenne ou élevée), la largeur et l'orientation de l'intervalle de confiance (étroit, large orienté vers le bas, large orienté vers le haut). Le Tableau 12 résume ces profils :

- **une personne « sur-évaluée »** obtient une note supérieure à sa classe d'expertise (novice, initié ou expert) ; cela est dû à son comportement sage (prise en compte des conseils des médiateurs, recherche systématique d'aide ou de ressources avant de donner une réponse incertaine) ou chanceux (bonne réponse trouvée au hasard d'un essai–erreur) sur SIMPA ; c'est un résultat positif, puisque la personne a su montrer des qualités d'autonomie et de recherche d'informations, qu'elle pourra réinvestir à son poste de travail,
- **une personne « sous-évaluée »** obtient une note inférieure à sa classe d'expertise ; ce sont les cas typiques d'un mauvais apprentissage de l'interface ou d'un blocage profond face à l'informatique.

Intervalle / Note	Large orienté vers le bas	Étroit	Large orienté vers le haut
Faible		Novice	Initié sous-évalué
Moyenne	Novice sur-évalué	Initié	Expert sous-évalué
Élevée	Initié sur-évalué	Expert	

Tableau 12. Profils types de résultats sur SIMPA

Selon les cas, le formateur peut juger nécessaire d'abandonner le mode Briefing–Débriefing pour accompagner l'apprenant durant son parcours. Cet exemple montre toute l'utilité de l'intervalle de confiance dans l'appréciation critique des résultats informatiques de l'apprenant, et plus particulièrement en mode test (pré-test ou post-test), où l'apprenant ne dispose pas de la médiation pour réguler son comportement.

IV.1.4 Les limites observées de SIMPA

Certes, l'utilisation élargie des supports SIMPA à TIV depuis 6 mois reçoit un accueil très favorable de la part des acteurs de la formation, mais certains points d'ombre (que nous appellerons plutôt axes d'amélioration) subsistent. Il en est ainsi de : la prise en main inégale de SIMPA par les STP, la tendance de l'environnement SIMPA à imposer la numérisation de vidéos, et l'inefficacité de la médiation existante dans certaines situations.

IV.1.4.1 Une prise en main inégale de la part des formateurs

Destinés à la formation des opérateurs, les supports SIMPA sont l'outil privilégié des STP afin de mener à bien leur mission de transfert de leur savoir. Jusqu'alors, ils n'assumaient pas entièrement ce rôle, faute de temps « libre » dans leur occupation quotidienne. L'arrivée de SIMPA a donné pour certains **l'envie de se réinvestir dans ce rôle** ; c'est pour eux une forme de reconnaissance : ils participent activement à la conception des supports, à leur validation, et enfin à l'organisation pédagogique des formations (les STP signent le contrat pédagogique avec les apprenants).

Nous avons provoqué quelques réunions d'information ou de sollicitation avec l'ensemble des STP durant la mise au point de la méthodologie d'organisation des actions de formation, et bien sûr durant le projet Six Sigma de conception de SIMPA. Ces réunions ont surtout mis en lumière le besoin de support pour les STP dans leur responsabilité de formateur. Aujourd'hui, ce support est assuré par la cellule multimédia de TIV, qui prend en charge la réalisation de nouveaux supports, la réunion des acteurs pour signer le contrat pédagogique, l'organisation pratique des formations, et parfois même l'animation pédagogique.

Certes, quelques STP sont demandeurs d'une certaine autonomie dans leur charge de formation, et gardent ainsi leur part de travail et de responsabilité, mais le risque est que les STP **ne se sentent pas « propriétaires » des supports SIMPA**, et délèguent systématiquement leur responsabilité à la cellule multimédia. Par « propriété », nous entendons propriété du contenu (justesse et mise à jour des informations, évolution des compétences cibles et des activités pédagogiques attachées), mais également de l'usage qu'ils pourront faire de SIMPA en formation. Cela est certainement dû au fait qu'ils n'ont pas encore une connaissance approfondie des supports. En ce qui concerne leur mise à jour, la cellule multimédia recueille des demandes de création de nouvelles CC de la part des STP, mais assez peu concernant l'évolution d'une CC existante ; notre fenêtre d'observation est peut-être encore trop courte, mais il conviendra de lutter contre une tendance naturelle à laisser se creuser un écart entre les informations contenues dans les supports multimédias à disposition sur le réseau et la réalité du terrain. Certes l'évolutivité de SIMPA a été démontrée, mais il n'existe pas de réelle interface auteur qui permette aux STP de pratiquer eux-mêmes des modifications sur SIMPA.

IV.1.4.2 Des situations où la médiation reste inefficace

Lors des expériences du projet Six Sigma, nous avons mentionné le cas d'une personne (individu n°22) pour laquelle les interventions du professeur et du compagnon n'ont eu aucun effet bénéfique, voire même le contraire : cette personne nous a dit combien les personnages l'avaient « exaspérée » parce qu'ils ne faisaient pas les interventions qu'elle attendait. Mis à part le caractère exceptionnel d'un tel accueil de la médiation de SIMPA (un seul cas sur 25 personnes dans les tests, plus aucun depuis), ceci est un **aveu d'échec** des fonctionnalités de médiation quant à leur capacité à **faire face à des comportements extrêmes** de la part des utilisateurs. Nous ne prétendons certes pas avoir réponse à une utilisation volontairement irrationnelle de SIMPA, mais nous aurions souhaité voir l'individu n°22 aidé par les interventions des tuteurs, d'autant plus que son profil correspond à celui de nombreux futurs apprenants potentiels sur SIMPA : un âge supérieur à 50 ans, des habitudes de travail bien ancrées, et une certaine appréhension face à l'outil informatique.

Si aucun problème équivalent ne s'est présenté à nouveau, c'est peut-être que l'on a, consciemment ou non, proposé le Briefing–Débriefing uniquement à des personnes pour lesquelles on savait que cela allait bien se passer, et qu'on a préféré accompagner intégralement les autres. Manque de confiance envers SIMPA ? Volonté pour le formateur de se mettre en valeur plutôt que de (dé)laisser sa tâche à une application informatique ? Toujours est-il que, dans une perspective d'évolution de la médiation intégrée à SIMPA, il sera nécessaire de se mettre délibérément dans des conditions difficiles (c'est-à-dire d'échec potentiel), comme nous l'avions fait au cours du projet Six Sigma ; on comprend que ce choix n'est pas facile dans le cas d'une situation réelle de formation.

C'est par le **questionnement continu des utilisateurs de SIMPA** et le **déploiement des pratiques de Briefing–Débriefing** que l'on se donnera les moyens de rendre le professeur et le compagnon plus pertinents, et mieux adaptés à chaque situation, c'est-à-dire à chaque code-barre (cf. page 131).

IV.1.4.3 Autres risques et points faibles

Nous avons effectué, dans le cadre de la phase R4 du projet Six Sigma, une double analyse « points forts / points faibles » et « risques / opportunités » sur les supports SIMPA. Nous avons déjà évoqué les risques ; outre l'appropriation mitigée des supports par les formateurs de terrain et la mise à jour non suivie des contenus, nous avons identifié la production à tout crin de nouveaux modules au détriment de l'évolution de la médiation.

Les **points forts** sont ceux décrits en 3ème partie de ce mémoire : temps de réalisation et de mise à jour particulièrement courts, progrès de la médiation avec effet rétroactif sur les supports déjà créés, pédagogie autorisant un apprentissage en semi-autonomie, évaluation des résultats de formation avec intervalle de confiance, objectifs et parcours ciblés par pré-test et contrat pédagogique, et usage d'un galop d'essai facilitant l'appropriation de l'interface. Les **points faibles** de SIMPA sont principalement liés à son architecture informatique :

- le contenu est **organisé de façon rigide** (découpage systématique contexte / savoir faire / traitement des aléas), pas directement transposable à tout type de formation ; développé spécifiquement pour des formations techniques et procédurales, SIMPA demande un travail de développement supplémentaire pour être utilisé dans des contextes différents,
- le carnet de route est **limité à 7 compétences cibles**, pour des raisons de lisibilité du contrat pédagogique et du parcours de formation ; il est obligatoire de créer un second carnet de route pour une formation qui comporterait un plus grand nombre de CC,
- **aucun support papier** n'est imprimé ; on peut considérer que ce n'est pas un point faible, mais certains apprenants préfèrent avoir un carnet de route physique plutôt qu'informatique. Ils le consulteraient plus volontiers entre les séances de formation ; on remarque en effet que les apprenants ne consultent pratiquement jamais sur leur carnet de route SIMPA de leur propre chef,
- l'environnement SIMPA n'est **pas directement partageable sur l'intranet** de l'entreprise.

Quant aux opportunités, elles sont étroitement liées aux points forts de SIMPA, sa structure évolutive et ouverte. Nous allons les évoquer ci-dessous, dans un dernier chapitre qui va ouvrir quelques perspectives d'amélioration et de déploiement du produit.

IV.2 Quelques perspectives

Nous proposons dans un premier temps des grand axes d'optimisation de SIMPA, tant dans la diversité des activités pédagogiques, les capacités de médiation, que dans des perfectionnements technologiques, telle la synthèse de la parole, qui permettront d'envisager l'utilisation des supports dans de nouveaux contextes de formation. Un regard sera ensuite donné sur les trois niveaux de déploiement du produit : à TIV, au sein du groupe Thales, et à l'extérieur. Nous discuterons enfin de l'apport des situations de travail collaboratif, que nous avons peu exploitées dans notre travail de recherche. Quels modèles collaboratifs déjà éprouvés par ailleurs sont exploitables avec SIMPA ? Comment cela se traduirait-il dans la conception ou l'usage des produits en formation ? L'idée de mettre en œuvre des formations à distance sera également discutée.

IV.2.1 Optimisation de SIMPA

Les supports de formation peuvent être l'objet de nombreuses améliorations : élargissement de la bibliothèque des activités pédagogiques, des capacités de médiation, ou encore amélioration de la qualité interactive, avec l'apport de la synthèse de la parole pour les médiateurs.

Note : *dans les pages suivantes, nous appelons « groupe-activité » le groupe des objets ToolBook composant à l'écran une activité pédagogique (pour un puzzle par exemple, le « groupe-activité » contient les pièces du puzzle ainsi que les emplacements de chacune d'entre elles).*

IV.2.1.1 Elargir la bibliothèque d'activités

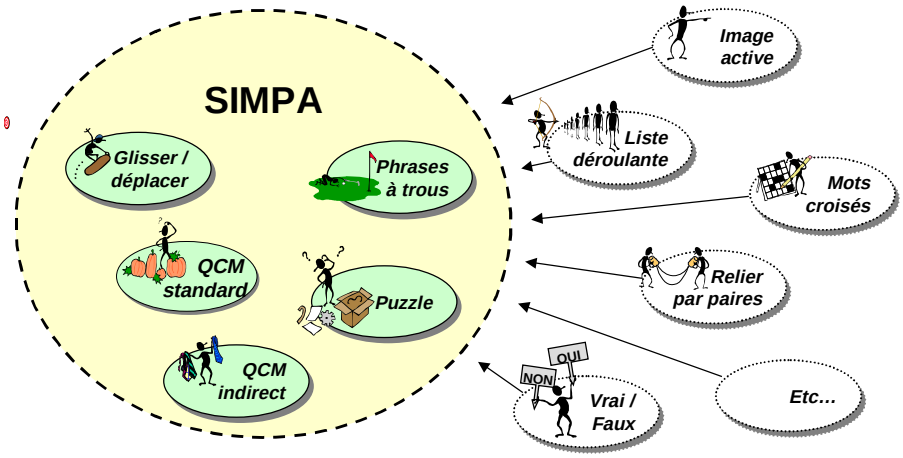


Figure 51. SIMPA : une bibliothèque d'activités pédagogiques à élargir

Des 10 activités modélisées (voir liste page 130, et la figure ci-dessus), **la moitié reste à développer sous SIMPA** : la grille de mots croisés à remplir, les zones actives à découvrir sur une image, les paires à relier, le vrai/faux et l'extraction d'une liste d'éléments demandés. Mais cette liste n'est pas exhaustive ; toutes les évolutions sont possibles. Le livre système *autoform* comporte une page spécifique pour chaque activité pédagogique ; développer les 5

activités énumérées demanderait de créer pour chacune d'elles une page dans ce livre, et d'y créer les 3 boutons suivants (cf. Figure 52) :

- **Script du groupe-activité** (environ 180 lignes) : c'est le script qui décrit le comportement de l'activité pédagogique. On y retrouve les handlers[151] suivants : (i) réinitialisation de l'activité, (ii) démarrage de l'activité, (iii) correction (comportement des objets lors du clic de l'apprenant sur le bouton « J'ai fini »), (iv) solution (affichage direct des bonnes réponses, déclenché par un raccourci clavier connu seulement par le formateur) et (v) vérification préalable au déclenchement de la correction (par exemple dans un glisser/déplacer, le script vérifie que toutes les étiquettes ne sont plus à leur place initiale).
- **Code-barre de la médiation** (environ 120 lignes) : c'est le script qui construit le code-barre de la situation pédagogique au moment du clic de l'apprenant sur le bouton « J'ai fini ». Ce script n'est pas commun à toutes les activités, puisque les informations utiles qui constituent leur code-barre ne sont pas les mêmes.
- **Choix de la médiation** (environ 300 lignes) : c'est le script qui définit le comportement des médiateurs en fonction du code-barre. Il est constitué d'une grande boucle « conditions », qui traite chacune des situations prévues ; un comportement par défaut des médiateurs est prévu si le code-barre ne correspond à aucune de ces situations.

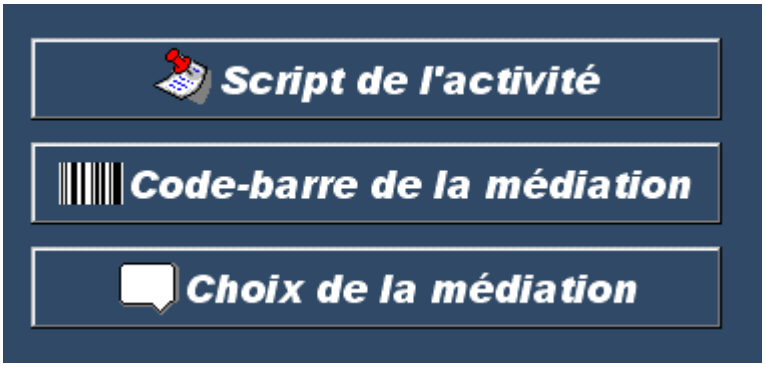


Figure 52. Scripts à renseigner dans le livre système pour chaque activité pédagogique

Il conviendra également de créer un groupe-activité modèle de chaque nouveau type dans un livre qui contient déjà les modèles des autres activités ; c'est dans ce livre que vient « piocher » l'auteur pour ajouter une activité à un module SIMPA qu'il est entrain de créer. Il ne s'agit pas là de rédiger des scripts (cela a été fait dans le livre système), mais d'organiser géographiquement les éléments du groupe-activité sur l'écran, et de définir les propriétés ToolBook à renseigner pour les éléments utiles qui le constituent (par exemple, le chemin réseau d'une vidéo, l'affectation du nom d'un objet qui apparaîtra dans le journal de la formation, ou un texte d'aide attaché à une étiquette).

Enfin, il reste à augmenter la consigne de transfert de SIMPA des chapitres correspondant aux nouvelles activités disponibles, ainsi que les tableaux récapitulatifs en fin de consigne. Une fois toutes ces opérations effectuées, les auteurs auront le

[151] Partie de script ToolBook qui répond à un événement précis ; par exemple, le handler « to handle mouseenter » répond à l'événement de survol de l'objet par le pointeur souris.

loisir d'**élargir l'offre d'activités pédagogiques**, et de les implémenter très rapidement dans les supports SIMPA du futur.

IV.2.1.2 Accroître les capacités de médiation

Nous avons vu que chaque activité comporte son propre script de médiation. Il est certes souhaitable d'élargir le choix des activités comme décrit ci-dessus, mais il convient certainement de vérifier au préalable pour les activités existantes la **pertinence** et une relative **exhaustivité** dans les réponses à des situations nécessitant de la médiation (rappelons-nous l'individu n°22). Ainsi, nous avons débuté des actions dans ce sens, en créant une propriété supplémentaire affectée aux groupes-activités, nommée *lien_ressources*. Cette propriété donne le nom des pages du livre de ressources utiles à la résolution de l'activité. Ainsi, si *lien_ressources* est renseigné, et que l'apprenant bute sur une réponse (détection du nombre d'erreurs faites), le compagnon intervient comme le montre la Figure 53, pour aider l'apprenant en nommant les pages à consulter dans les ressources.

Figure 53. Intervention de régulation du compagnon pour orienter l'apprenant vers un endroit précis de son livre des ressources

Cette intervention de régulation renforce le rôle du compagnon, il faut le reconnaître encore trop discret par rapport au professeur. Dans les rares fois où nous avons pu l'observer en situation, elle s'est avérée très efficace : si l'apprenant oublie l'existence du livre des ressources, elle lui est rappelée ; s'il se décourage à parcourir ce livre sans vraiment savoir quoi chercher, l'information lui est clairement donnée. Inutile de préciser que les points acquis immédiatement après cette intervention, si elle a été entendue par l'apprenant (c'est-à-dire s'il est effectivement allé consulter le livre des ressources) sont intégrés à l'intervalle bas de confiance sur la note finale.

Cet exemple est révélateur des **évolutions possibles et nécessaires quant aux interventions des médiateurs** ; citons quelques autres idées à mettre en œuvre :

- **diversifier les signes** par lesquels les médiateurs manifestent leur intention d'intervenir (actuellement, ils sont 3, du plus discret au plus attractif : clin d'œil, signe de la main, et tapement à la vitre de l'écran) ; on remarque en effet que la répétition d'un même signe (jusqu'à 20 fois dans une séance d'une heure de formation) attire moins l'attention et agace l'apprenant,
- faire en sorte que chaque médiateur ne puisse **pas donner consécutivement deux fois le même message**, même si le code-barre l'imposerait. Pour l'apprenant, le second message n'est d'aucune utilité ; de plus, c'est un facteur négatif quant à la crédibilité et la pertinence du professeur et du compagnon,
- prévoir des **interventions poussées du compagnon** si les instructions d'une activité pédagogique ne sont manifestement pas comprises par l'apprenant. Nous l'avons uniquement développé pour le cas d'un glisser/déplacer avec des vidéos (voir Figure 54) : le compagnon intervient si l'apprenant commence à placer les étiquettes sans avoir compris qu'il s'agissait de vidéos (rappelons que les vidéos sont représentées par une photo ; la confusion est donc possible), et donc sans les avoir visionnées,

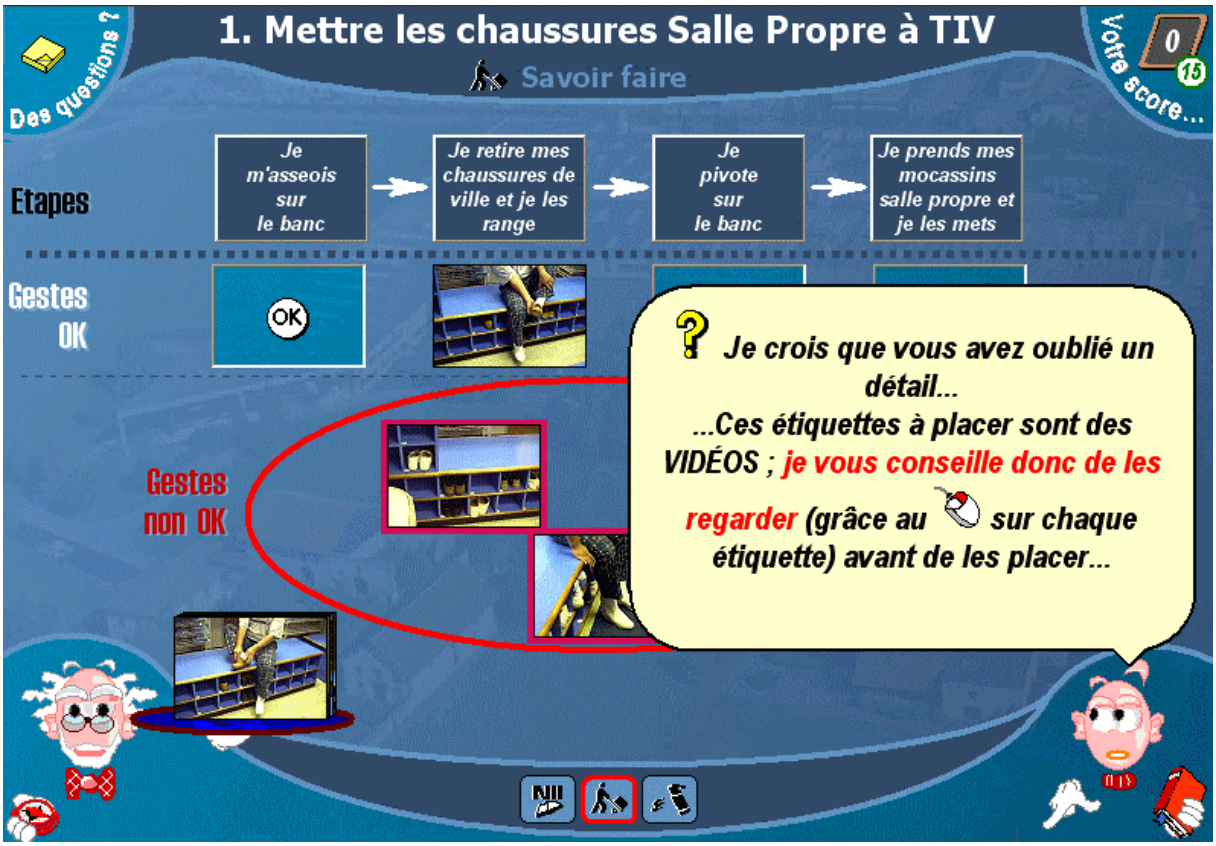


Figure 54. Intervention en cas de mauvaise compréhension des instructions

- prévoir des **démonstrations visuelles** pour certaines instructions peu évidentes à comprendre, comme par exemple le clic sur le bouton droit de la souris (actuellement symbolisé par le dessin). Par démonstration visuelle, nous entendons soit une petite vidéo qui s'ouvre et se ferme automatiquement, montrant

en gros plan un utilisateur faire l'opération en question, soit la simulation sur l'écran de l'opération, où la souris et les objets s'animent automatiquement[152],

- pratiquer une **médiation « dégressive »**, c'est-à-dire faire en sorte que les médiateurs s'interposent de moins en moins au fur et à mesure que l'utilisateur apprend à se servir correctement de l'interface. Cela nécessite de détecter dès les premières activités pédagogiques (au court d'un galop d'essai raccourci) les difficultés rencontrées par l'utilisateur, et définir la part d'aide à lui fournir.

IV.2.1.3 Utiliser la synthèse vocale

Nos analyses ACP des expériences sur SIMPA avaient montré un léger déséquilibre des canaux PNL en faveur des visuels. Certes les personnes à préférence auditive que nous avions testées s'étaient bien comportés face à l'environnement SIMPA, mais ils étaient trop peu nombreux (5 personnes sur 25) pour nous autoriser à penser que l'interface actuelle conviendra à tous les apprenants, particulièrement aux auditifs.

Des études ont montré l'apport au niveau de la motivation, si ce n'est au niveau pédagogique, de **l'utilisation de la parole dans un contexte interactif** [MML00]. Aujourd'hui, les ordinateurs sont capables de lire un texte à l'écran (synthèse de la parole, *Text To Speech synthesis* (TTS) en anglais), et reconnaître la voix d'une personne dictant un texte (reconnaissance de la parole, *Automatic Speech Recognition* (ASR) en anglais). Utiliser les technologies informatiques de la parole reviendrait à se rapprocher du formateur idéal : l'ordinateur peut alors écouter, comprendre, et répondre à l'apprenant [Fer99]. Certes la simple utilisation de ces technologies n'améliore pas automatiquement l'apprentissage, mais on peut raisonnablement penser que la qualité interactive de SIMPA s'en trouverait augmentée, à condition que ces technologies soient fiables. Aujourd'hui, les logiciels de reconnaissance de la parole atteignent en théorie des **taux de reconnaissance autour de 99%**, mais d'expérience[153] nous les situons à 80%. Des problèmes de compréhension interviennent en effet en fonction de l'intonation, du niveau sonore ou de la vitesse des phrases énoncées par l'utilisateur. De plus, le logiciel a besoin de se familiariser à la voix de l'utilisateur pendant 15 à 20 minutes avant de pouvoir obtenir des résultats satisfaisants[154]. Nous ne doterons pas SIMPA de la reconnaissance de la parole dans un avenir proche ; cependant, nous pensons qu'à moyen terme, une fois que les technologies seront pleinement maîtrisées (comme aujourd'hui l'usage de la souris), cette fonctionnalité supplémentaire apportera un confort et une meilleure qualité d'interaction en auto-formation.

En ce qui concerne la synthèse de la parole, son intégration dans SIMPA est envisageable dès à présent. Elle donnera un caractère encore plus vivant au professeur et au compagnon. Nous aurons deux options d'implémentation :

1. **enregistrer avec des comédiens** (un comédien pour le professeur, et un autre pour le compagnon) autant de messages que nécessaire pour pratiquer la médiation.

[152] Cette façon de faire est notamment utilisée dans les fichiers d'aide des logiciels de bureautique grand public ; nous l'avons nous-mêmes utilisée dans le module de formation sur le logiciel SAP, en enregistrant des séquences d'écrans grâce au logiciel ScreenCam.

[153] Nous avons rédigé un article de 5000 mots (8 pages) grâce au logiciel Dragon NaturallySpeaking 5.0.

[154] Tout cela n'est pas vraiment compatible avec une utilisation en situation de formation : que dirait un apprenant auquel on demanderait de lire les Fables de La Fontaine (le genre de texte utilisé pour l'apprentissage de la voix) pendant 20 minutes à un ordinateur, pour que par la suite ce même ordinateur interprète faussement 1 mot sur 5 ?

L'avantage est de conserver la chaleur humaine de la voix (très utile par exemple si on s'adresse à des enfants), mais cela alourdit considérablement le développement du produit, et limite ses évolutions (réenregistrements fastidieux),

2. intégrer à SIMPA une **technologie de synthèse de la parole**, aujourd'hui bien maîtrisée[155]. L'avantage est de conserver la souplesse d'évolution du produit (il suffirait de taper au clavier les messages), mais en contrepartie de produire une « voix » robotisée et peu expressive. Cette option conviendrait mieux à un déploiement industriel du produit.

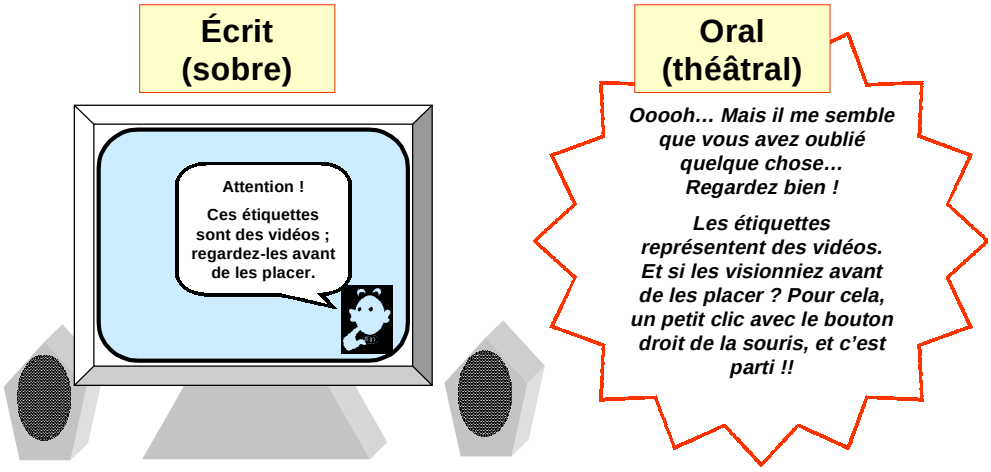


Figure 55. Complémentarité des messages oral et écrit dans la médiation

Mais dans tous les cas, d'une part le message oral du médiateur sera **sémantiquement le même** que son message écrit, mais **syntaxiquement différent** : la modalité orale a une fonction théâtrale, émotionnelle qui passe beaucoup moins bien par l'écrit. La Figure 55 illustre ce que pourrait apporter la parole dans le cas précis de l'intervention de médiation présenté en Figure 54. D'autre part, le choix sera toujours laissé à l'apprenant en début de formation d'activer ou non la synthèse de la parole ; **les bulles écrites doivent pouvoir suffire pour pratiquer la médiation**.

IV.2.2 Développement de SIMPA

Les supports SIMPA ne sont qu'en début de vie à TIV, et nous croyons à leurs capacités de développement, qui sauront les faire s'imposer dans l'entreprise, le groupe Thales, et pourquoi pas dans d'autres structures, entreprises industrielles ou non.

IV.2.2.1 À TIV : formation de formateurs

Les formations SIMPA sont en plein essor à TIV depuis la fin du projet Six Sigma en novembre 2001. Nous l'avons vu, ce sont aujourd'hui (mai 2002) 9 sujets de formation traités, pour 22 CC au total. Mais nous avons également soulevé un manque d'appropriation des supports de la part des STP. Actuellement, ce manque n'est pas préjudiciable, car la cellule multimédia s'implique beaucoup dans le développement de SIMPA ; elle est l'acteur initiateur de la création de nouveaux supports, de la mise à jour des contenus, de la

[155] Certains produits multimédias grand public utilisent déjà une telle technologie (comme ADI). En outre, le système d'exploitation Windows XP propose en équipement standard une synthèse de la parole très correcte.

proposition d'améliorations. Afin que le développement de SIMPA à TIV se poursuive dans de bonnes conditions, il est indispensable que les formateurs soient **formés à l'usage du produit**, pour se réapproprier une partie de ces responsabilités.

C'est pourquoi TIV a prévu en 2002 la formation d'une dizaine de STP à leur rôle de formateur, donc à l'utilisation de SIMPA. Comment pourront se dérouler ces formations ? Il serait dommage de ne pas profiter de SIMPA en l'utilisant pour son propre apprentissage. Cela constituerait alors une « méta-formation » : on utiliserait la **récursivité du système**, outil de formation ayant lui-même pour objet. Pour ce faire, nous construirons, à l'image du galop d'essai pour les apprenants, un galop d'essai pour les formateurs :

- le contenu ne sera plus « Préparer le thé », mais « Utiliser les supports SIMPA en tant que formateur »,
- on pourra prévoir plusieurs compétences cibles, distinguant les situations de rédaction du contrat pédagogique (CC1), utilisation en Briefing–Débriefing (CC2), utilisation en centre de ressources (CC3), évaluation des résultats (CC4), mise à jour du contenu (CC5),
- les formateurs seront formés en groupe, afin de susciter des discussions sur leur manière de travailler, des suggestions quant à l'outillage de SIMPA, des idées d'améliorations,
- les trois types de savoir seront conservés :
    - **contexte** : quelle est l'utilité de SIMPA, pour le formateur mais aussi pour l'apprenant ?
    - **savoir faire** : vidéos montrant un formateur utiliser SIMPA, à classer « conformes » ou « non conformes »
    - **réaction aux aléas** : traitement des situations problématiques les plus souvent rencontrées en formation : manque de motivation apparente de l'apprenant, traitement des questions dont on n'a pas immédiatement la réponse, ou encore réaction à des problèmes techniques (comme par exemple le bug non corrigé dans la sauvegarde de certains carnets de route).

Utiliser SIMPA avec les formateurs sera un facteur déterminant dans leur **appropriation future des supports**. D'autre part, la satisfaction des managers (RUP et RSS) vis-à-vis des premières utilisations de SIMPA laissent présager qu'ils n'hésiteront pas à demander désormais la création de nouveaux supports dès lors que cela sera jugé utile (application de la méthode GOND+ ; voir en page 155).

IV.2.2.2 Au sein du groupe THALES

Même si aujourd'hui SIMPA n'a pas quitté les limites de TIV, nous sommes optimistes quant à son développement dans d'autres entreprises du groupe Thales. En effet, la relative réputation que le produit est entrain d'acquérir à Moirans, relayée dans le journal multimédia d'entreprise, aura bientôt des échos dans les 3 autres sites qui constituent la société TED.

Mais nous estimons que le développement de SIMPA se fera d'abord avec les sociétés géographiquement proches de TIV. C'est ce qui est entrain de se produire avec TRIXELL, joint-venture entre Thales, Philips et Siemens, qui produit des détecteurs numériques de radiologie, constituant à terme le produit de remplacement sur le marché de l'IIR. La société est basée à Moirans, sur le même site industriel que TIV, et nombre de ses managers sont en

lien étroit avec ceux de TIV, certains en étant issus. Un projet de formation SIMPA sur la qualité est actuellement discuté avec TRIXELL ; une autre opportunité de collaboration avec cette société serait le transfert sur SIMPA d'un support de formation multimédia sur le clean concept à TRIXELL réalisé il y a quelques années par la cellule multimédia de TIV. De même, des collaborations sont possibles avec la société Thales Avionics, fabricant d'écrans à cristaux liquides pour des applications aéronautiques, elle aussi basée sur le site de Moirans.

Le frein au développement de SIMPA reste sa structure informatique, non directement transférable sur le réseau intranet du groupe Thales. Nous devrons y remédier pour espérer voir un jour le professeur et le compagnon ailleurs qu'à Moirans…

IV.2.2.3 À d'autres entreprises : de nouveaux types de formation

L'élargissement de SIMPA à d'autres entreprises, étrangères au groupe Thales, est rendu possible par l'autorisation qu'a donnée TIV aux concepteurs du produit de l'utiliser pour leur propre compte, c'est-à-dire dans le cadre d'une activité créée à leur nom.

Il est important de souligner que si SIMPA a été développé dans un contexte industriel, sa structure autorise bien d'autres ouvertures de formation dans de nouveaux domaines. Ainsi, les potentialités de médiation qu'il contient place SIMPA comme support d'avenir (à condition de pouvoir le développer dans ce sens) quant à des **formations de type comportemental**, que ce soit en entreprise (formation de managers en situation simulée), dans les collectivités locales (préparation à un entretien, accueil téléphonique par une hôtesse, etc.) ou en milieu scolaire (comportement face à la violence, exposé de situations pour discussion commune avec les élèves).

Envisager d'utiliser SIMPA dans de nouveaux contextes impose **d'assouplir sa structure** :

- abandonner le découpage strict en contexte / savoir faire / traitement des aléas, qui ne sera pas adaptée à tous types de formation ; les titres des 3 thèmes seront désormais une propriété du carnet de route, que l'on définira selon les besoins,
- avoir la possibilité, outre les renommer, de choisir le nombre de thèmes : cette modification est beaucoup plus lourde à mettre en œuvre, car elle modifie à la fois de nombreux scripts de gestion de la navigation entre les livres et le calcul du score, mais également l'organisation spatiale des objets dans le carnet de route,
- élargir le nombre maximal de compétences cibles par formation,
- pouvoir modifier l'apparence des médiateurs, ainsi que leur nom,
- modifier le modèle du contrat pédagogique : le manager n'existera pas forcément, on ne parlera plus de mise en application sur le poste de travail, etc.

Cette liste n'est pas exhaustive, elle est conditionnée par le contexte : en milieu scolaire par exemple, il pourra être souhaitable de calculer une note finale sur 20, comme le veut l'usage, et non sur 7 ; dans un cadre plus convivial, il conviendra au contraire de supprimer le score (présentation des activités d'une administration par exemple).

IV.2.3 L'apport du travail coopératif

Notre cadre de recherche n'a pas été l'étude d'un mode de travail collaboratif[156] dans la conception ou l'usage de supports de formation multimédias, mais cela pourrait fort bien faire l'objet de prospections futures, tant l'environnement SIMPA, par son organisation pédagogique (Briefing–Débriefing) et sa structure (échanges de données via un réseau informatique), peut être adapté à de telles pratiques. Nous pratiquons dans un premier paragraphe un rapide tour d'horizon des modèles de coopération qui nous semblent compatibles avec l'utilisation de SIMPA, pour définir ensuite quelles adaptations ou modifications seraient nécessaires, d'une part en conception (conception collaborative), d'autre part en formation (apprentissage coopératif). Enfin, nous évoquerons le cas des formations à distance, et s'intéressant à la place de la coopération dans ce nouveau contexte.

IV.2.3.1 Les modèles coopératifs exploitables

Avant d'évoquer certaines modèles de coopération humaine, nous devons évoquer leur fondement, à savoir la Théorie de l'Activité (TA). Cette théorie a été développée au sein de l'école psychopédagogique russe par A.N. Leontiev, enrichissant les travaux sur l'activité initiés par Lev Vygotski [Leo78]. Elle véhicule l'idée selon laquelle **la connaissance se construit socialement**. S'appuyant sur cette théorie, Engeström a proposé une modélisation de l'activité collective [Eng87], construite autour du triangle sujet–outil–objet défini par Vygotski. Le sujet accomplit un objet (ou objectif) en utilisant un outil ; cette relation s'élargit en considérant que le sujet fait partie d'une communauté, qui partage le même objet. Des règles (sociales, culturelles, usuelles) viennent conditionner les rapports entre l'individu et la communauté, qui contribue pour sa part à l'objet grâce à une division du travail (cf. Figure 56).

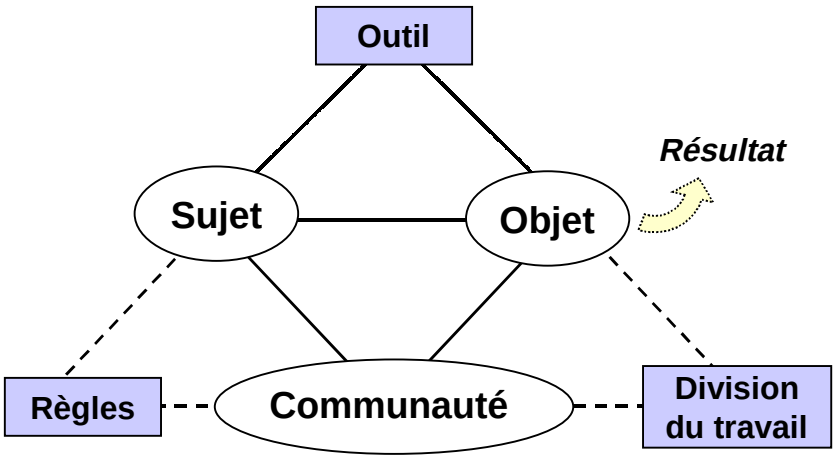


Figure 56. Structure de base d'une activité humaine (d'après Engeström)

Cette structure se retrouve dans toute forme d'activité collaborative, que ce soit dans un objectif de conception ou de formation. Elle n'est applicable[157] bien entendu que lorsque **l'objectif de chaque individu est confondu avec celui de la communauté** ; dans le cas contraire, nous ne pouvons parler de collaboration.

[156] Nous emploierons indifféremment les termes de collaboration ou coopération, sans chercher à les distinguer ; si le lecteur est intéressé par une telle distinction, il pourra consulter [Geo01].
[157] Voir un exemple d'application informatique de la TA dans [Bou00].

Le modèle structurel de l'activité peut également être décliné selon les 4 domaines qui constituent la sphère de toute collaboration :

1. **Le domaine de production** regroupe les moments durant lesquels les sujets, individuellement ou en communauté, réalisent l'objet.
2. **Le domaine de communication** regroupe les moments durant lesquels les individus s'échangent des données persistantes (durablement disponibles).
3. **Le domaine de coordination** assure l'efficacité de la communauté dans la réalisation de l'objet.
4. **Le domaine de conversation** regroupe les moments de dialogue (échange de données non persistantes) entre les membres de la communauté.

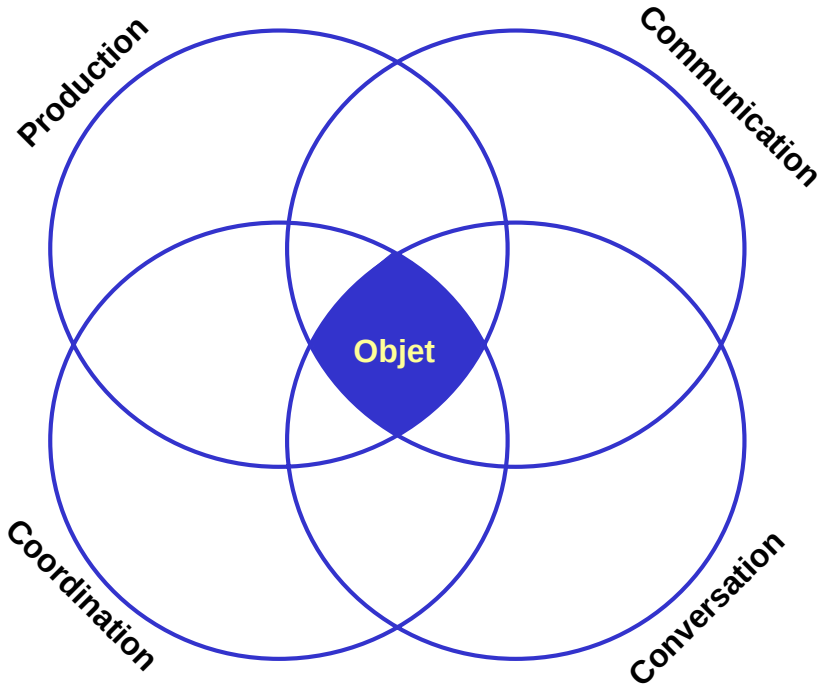


Figure 57. Le trèfle à quatre feuille des domaines de collaboration

La Figure 57 représente le trèfle à quatre feuille de ces domaines de coopération [Via98], où on retrouve au centre l'objet (au sens d'Engeström) de l'activité. Nous retrouverons ces 4 domaines dans la déclinaison des modèles coopératifs appliqués aux formations SIMPA.

IV.2.3.1.1 En situation de conception

Dans le cadre d'un Travail Coopératif Assisté par Ordinateur[158] (TCAO) devant aboutir à une production effective, le modèle le plus répandu est celui de la **conduite de projet en équipe**. Le projet a le triple avantage d'être une activité ayant un objectif précis (le cahier des charges), qui engage la totalité des personnes à qui il est confié, et qui occasionne la création de véritables liens sociaux. Durant le projet, les membres de l'équipe définissent ensemble leurs méthodes de travail et la gestion de leur temps. Les outils informatiques utilisés dans un tel cadre sont appelés **collecticiels** : ils permettent à plusieurs utilisateurs de travailler

[158] Ou Computer-Supported Cooperative Work (CSCW) en anglais.

ensemble et de manière synchrone à une même tâche dans un environnement partagé. [Dav93].

Notons que ce modèle est également appliqué en situation de formation, sous le nom de « pédagogie par projet » ; elle a été développée en France par Freinet en situation scolaire, par l'expérimentation de « classes-coopératives » [Leg91].

IV.2.3.1.2 En situation de formation

Les modèles coopératifs en formation sont nombreux ; nous citerons les plus couramment utilisés, à savoir le jeu pédagogique (ou jeu d'entreprise), la méthode « jigsaw » et la résolution collective de problème.

Le **jeu d'entreprise** est une variante des jeux de rôle. Il place en concurrence des groupes d'apprenants autour d'un enjeu commun (gagner de l'argent, relever un défi, conquérir un marché, etc.). Cet enjeu n'est qu'un leurre utilisé par le formateur pour faire comprendre et maîtriser en situation d'action des concepts, des règles, etc. Basé sur une pédagogie de la découverte, le jeu d'entreprise reproduit en général une situation proche de la réalité [BMP00].

La **méthode « jigsaw[159] »** consiste à former plusieurs groupes d'apprenants (que l'on appelle groupes *jigsaw*) en assignant à chaque individu des sujets d'études complémentaires. Par exemple, dans une formation aux risques corporels sur un poste de travail, chaque sujet d'étude sera une situation particulière de risque ; l'ensemble des sujets d'étude doit rassembler tout le contenu de la formation. Les apprenants se regroupent par sujet d'étude, dans des groupes d'expert (constitués avec un apprenant de chaque groupe *jigsaw*). Après ce travail, chacun rejoint son groupe *jigsaw* d'origine, et y présente son sujet. Cette méthode encourage les relations entre les apprenants, fait participer tout le monde, et valorise le travail de chacun.

La **résolution collective de problème** (*Problem-Based Learning* en anglais) consiste à fournir à un groupe d'apprenants un problème à résoudre ensemble. L'apport peut être de 2 niveaux : chacun peut bénéficier de la résolution du problème bien sûr, mais également de la méthode adoptée (et discutée en groupe) afin d'y parvenir [Geo01].

[159] Que l'on peut traduire par « puzzle » ou « découpage ».

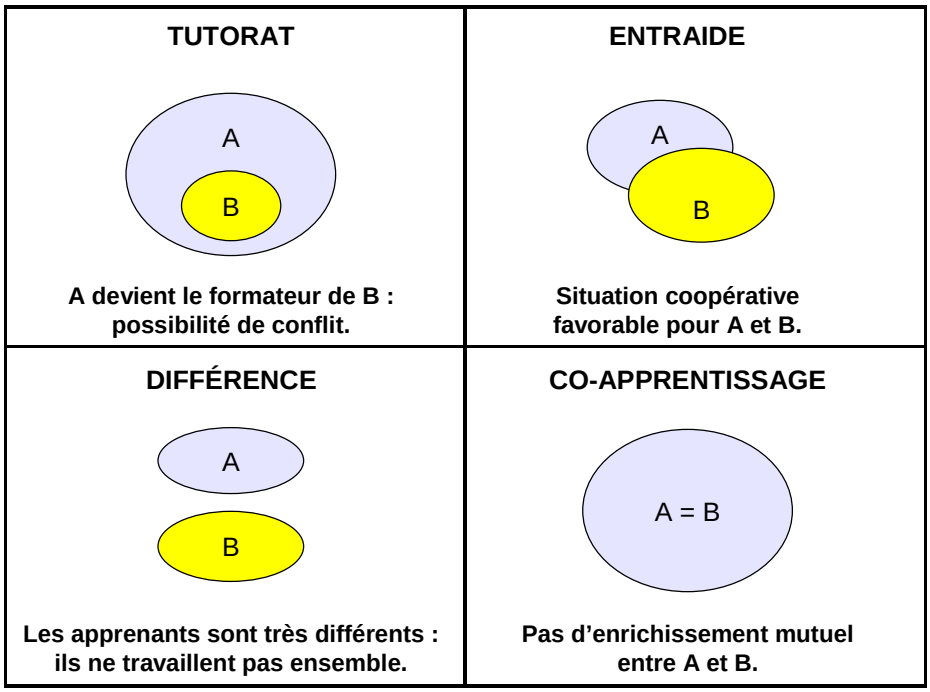


Figure 58. Les situations de coopération inter-apprenants

Même s'il n'y a pas de contrordre pour l'appliquer, la formation coopérative est bénéfique en entreprise **si elle reproduit des situations de coopération sur le terrain**. Il convient également de vérifier la composition des groupes d'apprentissage : leur niveau d'hétérogénéité définit des conditions d'application plus ou moins favorables. La Figure 58 illustre les 4 cas de coopération inter-apprenant possibles en fonction de leur profil : la meilleure situation est celle de **l'entraide**, où les connaissances et les méthodes des apprenants sont assez proches, comportant même une zone de « recouvrement » qui leur permettra de se comprendre mutuellement.

IV.2.3.2 Adaptation pour SIMPA

Aujourd'hui, nous n'exploitons réellement aucun des modèles coopératifs présentés ci-dessus en situation de formation avec SIMPA : nous ne pratiquons pas (encore) de l'Apprentissage Coopératif Assisté par Ordinateur[160] (ACAO). Certes le modèle de Briefing–Débriefing est ressemblant au jeu d'entreprise, mais il est pratiqué dans le cas d'un seul apprenant, et lorsqu'il y en a plusieurs, nous ne formons en aucun cas des équipes ayant des enjeux communs. Cependant, il nous arrive d'**utiliser SIMPA en groupe**, lors du mode centre de ressources. Mais les apprenants ne communiquent que très peu entre eux (ils ont même chacun un casque audio sur les oreilles pour ne pas se gêner !) ; en outre, la définition du centre de ressources est incompatible avec celle du travail coopératif, puisque chaque apprenant en centre de ressources n'a pas forcément les mêmes objectifs pédagogiques que ses voisins. Seules les interventions du formateur et les discussions collégiales qu'elles provoquent exploitent la sociabilité de la formation en groupe.

Un premier pas vers la coopération avec SIMPA consisterait à encourager la **constitution de binômes** devant chaque PC dans la salle de formation lors d'un centre de ressources (il y a

[160] Ou Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL) en anglais.

actuellement un apprenant par machine), l'idéal étant de créer des binômes correspondant à une situation coopérative d'entraide (cf. Figure 58). Il y aurait création d'un objet commun par binôme ; cependant, on ne retrouve seulement 2 des 4 feuilles du trèfle des domaines de collaboration au sein du binôme : la **conversation** et la **production** (la coordination et la communication seraient absentes).

La résolution collective de problème et le *jigsaw* ne sont pas directement adaptables avec SIMPA. Il faudrait dans un cas prévoir des activités pédagogiques beaucoup plus complexes, de manière à les transformer en « problèmes », dans l'autre cas disposer de groupes d'apprenants plus importants : si on applique le *jigsaw* en proposant les 7 compétences cibles d'une formation comme sujets d'études complémentaires, cela nécessiterait un groupe de départ de 14 personnes minimum, ce qui n'est jamais le cas en entreprise. Autre inconvénient, appliquer le *jigsaw* signifie que chaque apprenant ne parcourrait qu'**une seule CC au lieu des 7 prévues**, et se verrait enseigner les 6 autres ; nous perdrions l'un des atouts majeurs de SIMPA, son apprentissage par l'action, et non par l'assimilation.

Le modèle coopératif qui s'adapte le mieux à SIMPA est celui du **jeu d'entreprise**. Nous l'avons vu, le Briefing–Débriefing n'en est que les prémices, mais il constitue une bonne base de départ. Il conviendra d'y ajouter l'enjeu : gagner le plus de points possibles au cours de la session. Les équipes pourront être formées par les binômes évoqués ci-dessus ; nous sommes limités en nombre d'apprenants, et il convient de **multiplier le nombre d'équipes afin d'augmenter le nombre d'adversaires, et donc l'enjeu**. Le formateur devra acquérir de nouvelles compétences spécifiques au jeu de rôle : faire jouer un scénario, favoriser la communication, contrôler la partie.

À TIV, les pratiques collaboratives en conception se réduisent à la relation STP – Cellule multimédia ; elles sont encadrées par un contrat de collaboration entre ces deux acteurs. On ne peut donc pas à proprement parler d'une gestion de projet ; il conviendra de l'instaurer, avec le STP comme pilote du projet. C'est en effet lui, l'expert technique, qui doit se sentir responsable de la création d'un nouveau support de formation, et ensuite « propriétaire » de son contenu, c'est-à-dire responsable de sa mise à jour ; ce n'est pas le cas aujourd'hui. En situation de formation, la collaboration devra être mise en œuvre si elle rappelle une véritable collaboration sur le terrain. Par exemple, il y a un travail d'équipe au sein de certaines EPIA qui se caractérise par une relation client – fournisseur interne entre les opérateurs. Ainsi, une EPIA rassemble des opérations de (i) traitement mécanique (mise en forme de la matière), (ii) traitement chimique de surface et (iii) assemblage par soudage. On demande aux opérateurs de cette EPIA des compétences d'analyse des défauts en équipe ou de partage des informations sur ces postes de travail. En formation, nous accueillerons par exemple **en centre de ressources et en simultané** trois binômes sur chacune des trois opérations. Le formateur présentera les enjeux : chaque équipe fera un post-test sur sa compétence cible, et les trois binômes devront ensuite commenter les réponses données par leurs collègues, et les corriger ensemble. Nous recréerons ainsi en formation la collaboration indispensable sur le terrain.

IV.2.3.3 Cas des formations à distance

Par formation à distance, nous entendons la mise en relation de groupes d'apprenants sur des sites industriels différents, le formateur étant présent avec l'un des groupes, ou bien le cas d'un formateur distant avec des apprenants rassemblés en un même lieu. La **coopération**

prend alors une dimension essentielle, puisqu'elle est l'unique moyen d'organiser la séance de formation.

Comment adapter notre jeu d'entreprise SIMPA ? Précisons tout d'abord que pour utiliser SIMPA à distance, il faudra assurer sa **compatibilité avec un environnement HTML** : nous avons pratiqué des tests qui montrent que ToolBook est bien compatible avec un environnement html, grâce à « Neuron ».

Neuron est un plug-in ou un contrôle ActiveX adapté aux principaux navigateurs internet (Internet Explorer de Microsoft, et Navigator de Netscape) qui autorise l'**exécution de livres ToolBook *via* tout réseau de type TCP/IP**. Neuron se charge d'exécuter à distance le livre, incluant le transfert des medias, des livres systèmes et des éventuelles DLLs du serveur sur la machine client. Neuron inclut un choix entre deux modes d'exécution : sécurisé ou non. Dans le mode non sécurisé, Neuron lance ToolBook en autorisant toutes ses fonctionnalités. Dans le mode sécurisé, les possibilités autorisées de ToolBook sont restreintes aux actions autorisées sur la machine client. L'interface auteur de ToolBook est équipée d'une fonction de transfert du contenu du livre en vue d'une édition sous environnement internet (la fonction « *Publish to Web* »). Neuron est disponible en deux formats : plug-in pour Netscape Navigator 2.0 ou versions ultérieures, contrôle ActiveX pour Internet Explorer 3.0 ou versions ultérieures.

Pour faire démarrer un livre ToolBook sur internet, il suffit de créer un fichier HTML qui contient le chemin de référence au livre, ce qui peut se faire automatiquement avec l'interface auteur de ToolBook, ou bien traditionnellement sous format HTML en intégrant au script HTML de la page créée des balises <EMBED> emboîtées dans des balises <OBJECT>, référence au livre ToolBook. Les utilisateurs doivent simplement installer le plug-in Neuron sur leur machine pour voir le livre s'exécuter. L'exécution d'un livre en local et en réseau internet est comparable, mis à part les temps de transfert des données (subordonnées à la bande passante du réseau). En ce qui concerne SIMPA, les vidéos utilisées (entre 5 et 30 secondes en moyenne) ont une taille relativement importante (de 500 Ko à 3 Mo) ; leur temps excessif de chargement constitue un frein considérable au développement du produit dans cet environnement. De plus, les mécanismes particuliers de SIMPA (transferts de propriétés entre les livres ToolBook, chemins réseau de sauvegarde) seraient à revoir pour une exécution à distance.

Cette difficulté mise à part, nous n'instrumenterons certainement pas la coopération par l'ajout d'une fonction collecticielle à l'environnement SIMPA. En effet, cela poserait des problèmes insurmontables d'organisation spatiale des écrans : comment positionner à la fois l'environnement SIMPA (développé en dimension 800 × 600), les fenêtres de contrôle vidéo de chaque équipe et du formateur, ou encore un outil collaboratif comme le tableau blanc[161] ? Nous nous inspirerons plutôt de la solution technique adoptée par [TRP00] dans une problématique similaire (animation à distance de jeux d'entreprise multimédias coopératifs). Ils ont expérimenté avec succès un **double poste de travail** pour les utilisateurs : il comporte deux ordinateurs, l'un dédié au jeu lui-même et l'autre réservé à la communication audio (micro-casque pour chaque apprenant) et vidéo (caméra à plans programmés filmant chaque équipe) entre les équipes et le formateur. Certes la distance impose l'utilisation de moyens technologiques parfois contraignants, mais elle a la faculté de crédibiliser le réalisme du jeu, et par conséquent de **valoriser l'enjeu aux yeux des apprenants**. Comme on sait que la volonté de « gagner » au jeu implique la motivation d'apprendre, on en tire la conclusion que

[161] Application visible et partagée par tous les acteurs distants ; elle correspond à leur espace public de travail.

la modalité du jeu d'entreprise à distance est un support d'avenir pour la formation professionnelle.

IV.3 Conclusion

SIMPA est un produit fini en usage industriel depuis 6 mois à TIV. L'accueil favorable qui lui a été réservé par les acteurs de terrain laisse penser qu'il va rapidement se développer dans l'entreprise, et même en dehors vraisemblablement. Mais ce sont ses **atouts économiques et ergonomiques** qui sont remarquables : la cellule multimédia est désormais capable de tenir des délais de 2 semaines (soit 10 jours ouvrés) pour concevoir entièrement un nouveau support de formation multimédia ! Enfin, grâce au mécanisme d'amélioration rétroactive, on s'affranchit grandement des problèmes d'usage liés à des versions obsolètes des supports (compatibilité des applications selon leur date de création).

Mais nous estimons que la plus grosse somme de travail reste à fournir pour (i) doter SIMPA d'une médiation efficace avec un public non initié à l'informatique, (ii) élargir la diversité des activités pédagogiques proposées, (iii) élever le niveau de généricité de l'interface, de manière à pouvoir utiliser SIMPA dans tout type de formation, et (iv) expérimenter de nouvelles pratiques de formation favorisant la coopération entre les apprenants, que ce soit sur le site ou à distance.

Conclusion générale

Notre objectif dans cette thèse était de développer et expérimenter des méthodes et modèles en réponse à des besoins industriels de formation exprimés par divers acteurs de l'entreprise : apprenants, formateurs, managers, experts techniques et auteurs des supports de formation. Nous avons essayé de :

1. Adapter et appliquer des concepts sur **l'utilisation pédagogique des STIC** en formation en réponse aux contraintes du monde industriel.
2. Redéfinir dans ce cadre aussi bien la **pratique** des outils multimédias utilisés, que leur **forme** ou leur **contenu**.
3. Modéliser des procédures de **mesure des effets** de la formation sur le terrain (validation des compétences).

Nous présentons ici un bilan de nos travaux, comparant point par point nos réalisations et résultats aux objectifs initialement visés. Nous mettons ensuite en lumière les plus originaux avant d'évoquer un certain nombre de perspectives d'évolution..

Bilan des travaux

Le premier objectif s'est traduit par un besoin de **rentabilité économique** par la **réduction** du :

- temps global de formation,
- temps de conception des supports.

Notre analyse des besoins (cf. partie I) a également mis en lumière un nécessaire **accompagnement de l'apprenant** tout au long de son processus d'apprentissage, la place de médiateur à accorder au formateur, la nécessité de proposer des formations « à la demande » et « juste à temps ». Après avoir montré que la meilleure réponse à ces besoins s'obtient en combinant les avantages respectifs d'une organisation pédagogique dite « académique » avec ceux portés par les pratiques en e-formation, nous appuyons chaque élément de réponse méthodologique en partie II sur des modèles éprouvés : la **contractualisation** autour des objectifs pédagogiques (en réponse à la prise en compte des attentes de l'apprenant et de l'entretien de sa motivation durant l'apprentissage), la **structuration des contenus** de formation en trois thèmes : contexte, savoir faire et réaction aux aléas (en tant qu'aide à la conception pour l'expert et l'auteur), la **diversification des médias** respectant la complémentarité hémisphérique du cerveau (comme élément de compatibilité avec la structure cognitive humaine), la construction d'une **pédagogie par l'action**, la **personnalisation** des parcours pédagogiques. Nous avons défini une mise en œuvre pédagogique reprenant les points forts de l'animation des jeux d'entreprise : **le Briefing-Débriefing**, couplée à une **alternance** de la formation entre la théorie (sur support multimédia) et la pratique (sur le poste de travail). Si cette organisation ne réduit pas globalement le temps de formation, elle **diminue de moitié le temps de présence du formateur**, avec la même efficacité. Quant à la réduction du temps de conception, nous avons largement atteint notre objectif, puisque la **productivité des auteurs** de formations

multimédias à TIV s'est vue multipliée par quatre grâce à la réutilisation de nos modèles génériques de conception.

Le deuxième objectif s'est traduit par la **conception et la réalisation de SIMPA** (Support Interactif et Médiatisé Pour l'Apprentissage) pour créer de nouveaux supports de formation multimédias conformes aux éléments méthodologiques précédents. Afin d'autoriser le Briefing-Débriefing en l'absence du formateur, les supports SIMPA intègrent des fonctionnalités de **médiation pédagogique** sous la forme de deux tuteurs informatisés (le professeur et le compagnon) qui interagissent avec l'apprenant. Nous avons défini cette interaction à partir d'une étude cognitive de l'activité mentale de l'apprenant lors d'un apprentissage. La pratique des critères de la médiation se traduit par des interventions de repérage (donner des informations, des instructions sur l'environnement d'apprentissage), de régulation (conseiller l'apprenant en cas de difficulté, exploiter positivement ses erreurs, maintenir sa concentration, etc.) et de reconnaissance (féliciter l'apprenant, lui signifier ses nouvelles compétences). SIMPA est également basé sur la pratique d'activités pédagogiques par l'apprenant (mises en situation simulées sous la forme de jeux interactifs : glisser/déplacer des étiquettes, reconstituer un puzzle ou une phrase à trous, etc.) associée à une recherche d'informations, si l'apprenant en éprouve le besoin, dans un espace documentaire hypermédia. Pour autoriser des pratiques de semi-autonomie en formation dans de bonnes conditions, nous avons mis en place un **galop d'essai** sur SIMPA pour les apprenants peu familiarisés avec l'outil informatique.

Nous avons pris en compte le troisième objectif dès la phase de conception du dispositif de formation. L'évaluation porte à la fois sur les résultats de l'apprenant (validation de ses compétences) et sur l'efficacité du dispositif. La validation des compétences de l'apprenant respecte **l'alternance théorie/terrain** : un test sur support multimédia fournit une note de l'apprenant sur le contexte, le savoir-faire et la réaction aux aléas simulés. Conscients que l'utilisation de l'ordinateur peut parasiter l'évaluation, nous avons équipé cette notation d'un intervalle de confiance, calculé dynamiquement à partir d'une analyse comportementale de l'apprenant sur SIMPA. La validation de terrain se fait en concertation entre tous les acteurs de la formation.

Notre immersion de 3 ans dans le milieu industriel explique le caractère fortement appliqué de cette recherche ; comment prétendre répondre aux besoins de l'entreprise sans être confronté à sa **réalité quotidienne** ? Le bon accueil de SIMPA à TIV et la satisfaction des acteurs après 6 mois d'usage nous autorisent à penser que les objectifs industriels de la thèse ont été atteints. Voyons maintenant quel apport scientifique peut être dégagé de nos travaux.

Apports originaux

L'un des apports importants de cette recherche nous semble être la pratique d'une médiation pédagogique via des **tuteurs informatisés** en l'absence du formateur humain. Certes ce modèle existe déjà, sous des formes plus sophistiquées (tuteurs intelligents ou agents pédagogiques réalistes, faisant appel à la modélisation en trois dimensions), mais nous estimons justement que la réelle avancée réside dans la simplicité et la généricité du modèle : le professeur et le compagnon peuvent intervenir sur n'importe quel sujet de formation, puisque leur discours n'est pas relié au contenu technique de la formation, mais uniquement aux interventions de médiation, par définition indépendantes du contenu. La conception de SIMPA a intégré une véritable démarche qualité : la **« Maison de la Qualité »** de la méthode

« Six Sigma » donne l'assurance de répondre à tous les besoins critiques des clients. Ainsi, le modèle SIMPA est pleinement opérationnel dans l'entreprise, et déclinable sur un nouveau sujet dans un temps réduit (les délais de conception/réalisation à TIV sont en moyenne de 20h pour 1h de formation apprenant).

Le modèle pédagogique du **Briefing-Débriefing** se révèle également un enseignement positif de la thèse : couplé à l'usage de SIMPA, il autorise le formateur à s'absenter en milieu de session d'apprentissage, ce qui constitue un besoin fort dans le cadre d'une formation technique au poste de travail. Mais au-delà de ce contexte, le Briefing-Débriefing est un **élément de motivation** pour l'apprenant, puisqu'il le responsabilise, le met en situation d'atteindre lui-même les objectifs fixés au départ. Le contrat pédagogique, étape de fixation des objectifs, est une leçon supplémentaire à tirer de cette thèse. S'il est correctement rédigé (c'est-à-dire s'il contient la liste de objectifs pédagogiques, la description du parcours et des moyens pour les atteindre, et le détail des procédures d'évaluation qui seront utilisées pour les vérifier), le contrat constitue le meilleur outil d'implication de tous les acteurs. Ceci a été vérifié en formation professionnelle, où la contractualisation de généralise comme relation de travail, mais nous estimons que cette pratique est généralisable à tout contexte d'apprentissage, notamment en milieu scolaire.

Enfin, le calcul d'un **intervalle de confiance** sur la notation de l'apprenant lors de tests sur supports multimédias est un modèle lui aussi généralisable à toute situation d'évaluation par outil informatique. On craint souvent la raideur d'une évaluation de ce type, et le crédit qu'on y apporte est souvent faible. L'intervalle de confiance est un élément qualitatif indispensable à l'appréciation d'une évaluation quantitative.

Perspectives

Nous avons mentionné en partie IV les axes de déploiement et d'amélioration de SIMPA à TIV, mais aussi en dehors de l'entreprise. Nous avons prévu d'optimiser SIMPA en élargissant sa **bibliothèque d'activités pédagogiques** (modéliser des nouvelles activités comme les mots croisés ou l'appariement d'éléments, pour s'adapter mieux encore à tous types de formation), en augmentant ses capacités de médiation (prise en comptes de nouvelles situations de blocage que peuvent rencontrer les apprenants, identifiées par les **retours d'usage** du produit), ou en utilisant des technologies de **synthèse vocale** pour améliorer l'interaction des tuteurs informatisés avec l'apprenant. Nous avons discuté du déploiement de SIMPA à d'autres entreprises du groupe Thales via l'Intranet de la société ; cela passera par une adaptation technologique du produit (utilisation du plug-in Neuron par exemple) pour se conformer à un environnement html.

Enfin, après un tour d'horizon des modèles de coopération qui nous semblent compatibles avec l'utilisation de SIMPA, nous avons défini quelles adaptations ou modifications seraient nécessaires, d'une part en conception (**conception collaborative**), d'autre part en formation (**apprentissage coopératif**). Il serait intéressant d'étudier l'adaptation de SIMPA à des pratiques de **formations à distance**, en analysant la place de la coopération dans ce nouveau contexte. Le modèle du Briefing-Débriefing y serait-il applicable ? Quelle serait la nouvelle place du formateur ? Autant de questions auxquelles d'autres recherches répondront bientôt.

Références bibliographiques

Les références disponibles sur internet ont été vérifiées à la date du 1er juillet 2002.

[Abd92] ABDALI Abdelkébir. *Systèmes experts et analyse de données industrielles : ALADIN*. Thèse en informatique et automatique appliquées : Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 1992, 265 p.

[Ade01] ADENIS Jean-Claude. *Le projet CEC de gestion des compétences à la Direction des Applications Militaires*. Conférence invitée au colloque NîmesTIC'2001, Nîmes, 2001.

[Ahm92] AHMED-OUAMER R. *Un atelier de génie didacticiel pour les applications industrielles : AGEDI*. Thèse en informatique et automatique appliquées : Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 1992, 292 p.

[Akk96] AKKOUCHE Imen. *Téléenseignement : Formation professionnelle à distance et formation coopérante*. Thèse en ingénierie informatique : Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 1996, 232 p.

[Alb00] ALBERGANTI Michel. *À l'école des robots ? L'informatique, l'école et vos enfants*. Paris : Calmann-Lévy, 2000, 302 p.

[Alb83] ALBERTINI J.M. *Vers une informatique de formation*. Education permanente, 1983, N°70-71, p.51-72.

[Algora00] *Formation en ligne aux métiers et aux processus de travail. L'ECIT, école professionnelle de GIAT Industries* **[en ligne]**. Ressources Algora, 2000. Disponible sur : http://ressources.algora.org/ressources/environnements/tel/ecitgiat.pdf

[Algora99] *TQM - gestion de la qualité totale* **[en ligne]**. Ressources Algora, 1999. Disponible sur : http://www.algora.org/observat/df/tel/t2apme1.pdf

[Ann96] ANNOOT Emmanuelle. *Les formateurs face aux nouvelles technologies : le sens du changement*. Paris : éditions OPHRYS, 1996, 199 p.

[ASI02] *Arrêt sur Images*, La cinquième, émission télévisée du 12 mai 2002.

[Aut93] AUTHIER M., LEVY P. *Les arbres de connaissances*. Paris : Editions La découverte / essais, 1993, 173 p.

[Ava96] AVANZINI Guy. *« Petit Lexique »*. **In :** Médiation éducative et éducabilité cognitive, p. 14.

[Bar95] BARJOU Bruno. *Savoir transmettre son expertise et son savoir-faire*. Paris : ESF éditeur, 1995, 245 p.

[Bar98] BARZUCCHETTI Serge, CLAUDE Jean-François. *Evaluation de la formation et performance de l'entreprise*. Rueil-Malmaison : Editions Liaisons – Collection Diagnostic d'Entreprise dirigée par Alain Meignant, 1998, 141 p.

[Bas94] BASTIEN J.M.C., SCAPIN D.L. *Evaluating a user interface with ergonomic criteria*. Rocquencourt : Rapport de recherche, INRIA, N°2326, 1994.

[BBT01] BETRANCOURT M., BAUER-MORRISON J., TVERSKY B. *Les animations pédagogiques sont-elles vraiment plus efficaces ?* Revue d'intelligence artificielle, Vol 14 N°1-2, 2000, p.149-166.

[Bel96] BELISLE Claire, LINARD Monique. *Quelles nouvelles compétences des acteurs de la formation dans le contexte des TIC ?* Education permanente, n° 127/1996-2, p.19-47.

[Ben91] BENSEBAA T. *Conception et réalisation d'un tuteur pour la formation en milieu industriel. Application à la gestion d'un didacticiel cimentier*. Thèse en informatique et automatique appliquées : Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 1991, 153 p.

[Ber93] BERNSTEIN M. *Enactment in Information Farming*. **In :** Proceedings of Hypertext'93, Seattle, Washington, 1993, p.242-249.

[Ber98] BERTIN Jean-Claude. *Conception de leçons multimédia : liberté ou guidage ?* **[en ligne]**. Actes du colloque SAES 1998. Disponible sur http://www.mshs.univ-poitiers.fr/saes/congres/rennes98/BERTIN.htm

[Bev86] BEVILLE G. *Jeu de formation*. Paris : Editions d'organisation, 1986, 123 p.

[Bla01] BLANDIN Bernard. *Le fameux modèle américain existe-t-il ? Impressions de Floride* **[en ligne]**. Ressources, n°63, juin/juillet 2001. Disponible sur http://www.algora.org/kiosque/actu/floride.htm

[BMP00] BABARI Mounir, MAHI Abdelkader, PREVOT Patrick. *Approche générique pour la conception et l'ingénierie de jeux d'entreprise multimédias coopératifs*. **In :** Actes du colloque international TICE'2000, Troyes, 2000, p.377-384.

[Bou00] BOURGUIN Grégory. *Un support informatique à l'activité coopérative fondé sur la Théorie de l'Activité : le projet DARE* **[en ligne]**. Thèse en informatique : Université des Sciences et Technologies de Lille, 2000, 217 p. Disponible sur : http://trg03.univ-lille1.fr/~gbourguin/TheseGregoryBourguin.pdf

[Boy88] BOY G. *Assistance à l'opérateur : une approche de l'intelligence artificielle*. Toulouse : Teknea, 1988, 360 p.

[Bre99] BREYFOGLE III F.W. *Implementing Six Sigma – Smarter solutions using statistical methods*. Whiley : Interscience Publication, 1999, p 240-255.

[Bri93] BRIEN Robert. *Apport des sciences cognitives à la technologie éducative* **[en ligne]**. Revue Educatechnologiques, volume 1, N°1, février 1993. Disponible sur : http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/no1/scco.html

[Bro88] BROWN P. *Linking ans searching within hypertext*. Electronic Publishing, 1, 1, 1988, p.43-53.

[Bru87] BRUNER Jerome S. *Comment les enfants apprennent à parler*. Paris : Retz. Traduit de W. Norton & Company, 1983.

[Bru97] BRUILLARD Eric. *Les machines à enseigner*. Paris : Editions Hermès, 1997. 319 p.

[CAR01] CARTONNET Yves et HUCHETTE Michaël. *Difficultés d'étudiants à trouver des archétypes de machines lors d'une recherche dans un hypertexte*. **In :** DE VRIES E., PERNIN J-P et PEYRIN J-P. (Eds.) Actes du 5ème colloque Hypermédias & Apprentissage, Grenoble, avril 2001, p.283-290.

[Car92] CARRE Philippe, PEARN M. *L'autoformation dans l'entreprise*. Paris : éditions Entente, 1992, 163 p.

[Car95] CARDINET Annie. *Pratiquer la médiation en pédagogie*. Paris : Dunod, 1995, 184 p.

[Car97] CARRE Philippe. *L'Autoformation, Psychopédagogie, ingénierie, sociologie*. Paris : PUF, 1997, 277 p.

[Cas75] CASPAR Pierre. *Pratique de la formation des adultes*. Paris : Editions d'organisation, 1975, 181 p.

[Cas98] CASPAR P. (Dir.). *Nouvelles technologies éducatives et réseaux de formation : Des entreprises parlent de leurs expériences*. Paris : Editions d'organisation, 1998, 231 p.

[Caz95] CAZADE Alain. *Multimédia, Monometa, pour faire le portrait d'un Hypertexte*. ASp n°7/10, 1995, p.421-441.

[CDG00] CHOPLIN H., DEGRUGILLIER D., GALISSON A. *Comment réaliser un simulateur pédagogique ? Un exemple conçu et développé par le Groupe des Écoles des Télécommunications*. **In :** Actes du colloque international TICE'2000, Troyes, 2000, p.333-341.

[Cle91] CLERGUE G. *Les ateliers de la Connaissance*. Paris : INJEP, Dossiers Pédagogiques, 1991, 336 p.

[Cor00] CORNEROTTE Daniel. *La relation pédagogique comme espace de re-connaissance*. Education permanente, N°145, 2000, p.93-102.

[Cou90] COUTAZ Joëlle. *Interfaces homme-ordinateur : Conception et réalisation*. Paris : Bordas, 1990.

[Cur85] CUREAU Jean. *On ne fait pas boire un âne… qui n'est pas motivé !* Les Langues Modernes, n°5, 1985, p. 29-40.

[DAO01] DAO Michel et DONY Christophe (Dir.). *La réutilisation*. Techniques et Sciences Informatiques, Volume 20, N°4/2001, Editions Hermès Science Publications, 2001.

[DAV82] DAVIDSON Patricia. *Exploring the Neuropsychology of Math*. San Francisco : Workshop presented by CANHC-ACLD, 1982.

[Dav91] DAVIGNON Henri. *La gestion prévisionnelle des compétences*. **In :** L'enjeu humain. Paris : Créations Editions Productions Publicitaires, volume 2, 1991, p.265-267.

[Dav93] DAVID Bertrand, ROLAND J-P et VIAL Christian. *L'enseignement assisté par ordinateur : une démarche d'étude*. **In :** Actes des cinquièmes Journées sur l'Ingénierie des Interfaces Homme-Machine, Lyon, 1993, p.87-94.

[DBPS00] DUQUESNOY Laurent, BERGER Jean-Luc, PREVOT Patrick, SANDOZ-GUERMOND Françoise. *Méthode de conception et de suivi d'actions de formation multimédia en milieu industriel*. **In :** Actes du colloque international TICE'2000, Troyes, 2000, p.305-313.

[DBPS01] DUQUESNOY Laurent, BERGER Jean-Luc, PREVOT Patrick, SANDOZ-GUERMOND Françoise. *L'Analyse en Composantes Principales au service de la conception et la mise en oeuvre d'un support de formation multimédia*. **In :** Actes du colloque international NîmesTIC'2001, Nîmes, décembre 2001, p.103-108.

[DBPS02] DUQUESNOY Laurent, BERGER Jean-Luc, PREVOT Patrick, SANDOZ-GUERMOND Françoise. *SIMPA : A training platform for operator's stands including computerized tutors*. **In :** Proceedings of the international Conférence ITS'2002, Biarritz, 2002.

[DDLLR97] DESMARAIS Lise et al. *L'évaluation des apprentissages et des interactions dans un environnement multimédia en L2* **[en ligne]**. Conférence de l'Association for Computers and the Humanities and the Association for Literary & Linguistic Computing (ACH-ALLC'97), 1997. Disponible sur : http://www.qucis.queensu.ca/achallc97/papers/s010.html

[Del01] DE LIEVRE Bruno et DEPOVER Christian. *Apports d'une modalité de tutorat proactive ou réactive sur l'utilisation des aides dans un hypermédia de formation à distance*. **In :** DE VRIES E., PERNIN J-P et PEYRIN J-P. (Eds.) Actes du 5ème colloque Hypermédias & Apprentissage, Grenoble, avril 2001, p.323-330.

[Dem65] De MONTMOLLIN M. *L'enseignement programmé*. 1ère édition, Editions PUF, collection Que sais-je ? n° 1171, 1965, 128 p.

[Dem82] DEMING W. Edwards. *Out of the crisis*. SPC PRESS (Statistical Process Control), 1982, 507 p.

[Dem92] DEMAIZIERE Françoise, DUBUISSON Colette. *De l'EAO aux NTF. Utiliser l'ordinateur pour la formation*. Paris : éditions OPHRYS, 1992, 389 p.

[Dem96] DEMAIZIERE Françoise. *Multimédia et enseignement des langues : rêves, craintes et réalités nouvelles*. Les langues modernes, n°1, 1996, p.19-27.

[Des01] DESPRÉS Christophe. *Modélisation et conception d'un environnement de suivi pédagogique synchrone d'activités d'apprentissage à distance.* Thèse en informatique : Université du Maine, 2001, 284 p.

[DGM98] DEPOVER Christian, GIARDINA Max, MARTON Philippe. *Les environnements d'apprentissage multimédia, Analyse et conception.* Paris : L'Harmattan, 1998.

[Dic02] DICKOVER Noel T. *The Job is the Learning Environment : Performance-Centered Learning to Support Knowledge Worker Performance*. Journal of Interactive Instruction Development, Volume 14, Number 3, Winter 2002, p.3-9.

[Don94] DONNADIEU G., DENIMAL P. *Classification Qualification. De l'évaluation des emplois à la gestion des compétences*. 2ème édition actualisée et enrichie. Rueil-Malmaison : Editions Liaisons, 1994, 198 p.

[Dub01] DUBOIS Michel et TAJARIOL Frederico. *Présentation multimodale de l'information et apprentissage*. **In :** DE VRIES E., PERNIN J-P et PEYRIN J-P. (Eds.) Actes du 5ème colloque Hypermédias & Apprentissage, Grenoble, avril 2001, p.197-209.

[Dub91] DUBOIS J-B., DURAND N. *Etude préalable à l'implantation d'un modèle comportemental d'apprenant dans un système d'enseignement intelligemment assisté par ordinateur en environnement industriel*. Mémoire de DEA spécialité Informatique Appliquée, INSA de Lyon, 1991, p.109-123.

[Duq98] DUQUESNOY Laurent. *La formation par l'outil multimédia : Prise en compte des pratiques et des supports en réponse à des besoins industriels*. Rapport DEA Productique, Organisation économique et Génie informatique pour l'entreprise, INSA / UCBL1, 1998, 70 p.

[Eit90] EITINGTON Julius E. *Utiliser les techniques actives en formation. Exercices et documents*. Paris : les éditions d'organisation, 1990 (traduction française par Sophie Marnat), 361 p.

[Eng87] ENGESTRÖM Y. *Learning by expanding : an activity-theorical approach to developmental research*. Helsinky : Orienta – Konsultit Oy, 1987.

[Fen82] FÉNELON J-P. *Qu'est-ce que l'Analyse des Données ?* Paris : Lefonen, 1982, 311 p.

[Fer99] FERRELL Joe. *Use of computer speech Technologies to enhance Learning*. Journal of Interactive Instruction Development, Volume 12, Number 1, Summer 1999, p.11-15.

[Feu01] FEUERSTEIN Reuven. *La théorie de la modifiabilité cognitive structurale et les neurosciences : actualité d'un courant éducatif.* **In :** Colloque sur les pédagogies de la médiation, actualité d'une pensée éducative, Aix-les-Bains, 2001.

[FFFOD01] *FOAD : transition, mutation, rupture ? e-illusions & réalités* **[en ligne]**. 2èmes rencontres du Forum Français pour la Formation Ouverte et à Distance au Futuroscope de Poitiers, mars 2001. Disponible sur : http://www.algora.org/kiosque/ff_publ.htm

[FHRT01] FERU Frédéric et al. *Des interfaces pour améliorer les performances d'exploitation d'un Système d'Information complexe*. **In :** Actes du congrès scientifique NîmesTIC'2001, Nîmes, 2001, p.115-120.

[Fis88] FISCHER G. *Enhancing Incremental Learning Processes With Knowledge-Based Systems*. Learning Issues for ITS. Edited by H.Mandl and A.Lesgold, Springer, 1988, p.138-163.

[FMA97] FRASSON C., MENGELLE T. and AÏMEUR E. *Using Pedagogical Agents In a Multi-strategic Intelligent Tutoring System* **[en ligne]**. Workshop on Pedagogical agents in AI-ED World Conference on Artificial Intelligence and Education, Japan, 1997. Disponible sur : http://www.iro.umontreal.ca/~frasson/FrassonPub/Acteurs-final.doc

[Fog99] FOGG B.J., HSIANG T. *The Elements of Computer Credibility*. **In :** Proceedings of CHI'99 Conference, 1999, p.80-87.

[FRR88] FEUERSTEIN R., RAND Y., RYNDERS J.E. *Don't accept me as I am. Helping « retarded » people to excel.* New York : Plenum Press, 1988.

[Gal78] GALLIGANI François. *Préparation et suivi d'une action de formation*. Paris : Les éditions d'organisation, 1978, 150 p.

[Geo01] GEORGE Sébastien. *Apprentissage collectif à distance. SPLACH : un environnement informatique support d'une pédagogie de projet* **[en ligne]**. Thèse en informatique : Université du Maine, 2001, 355 p. Disponible sur : http://www-ic2.univ-lemans.fr/~george/these/thse_sebastien_george.pdf

[Geo83] GEORGE Christian. *Apprendre par l'action*. Paris : éditions PUF, 1983, 236 p.

[Gia01] GIARDINA Max, OUBENAÏSSA L. *Elaboration d'une structure de médiation pédagogique distribuée*. **In :** DE VRIES E., PERNIN J-P et PEYRIN J-P. (Eds.). Préactes du 5ème colloque Hypermédias & Apprentissage, Grenoble, avril 2001, p.135-144.

[Gib93] GIBAUD Olivier. *Contribution au Concept de Micro-Monde pour l'Enseignement Assisté par Ordinateur*. Thèse en ingénierie informatique : Ecole Centrale de Lyon, 1993, 402 p.

[Har73] HARTLEY J.R. and SLEEMAN D.H. *Towards more intelligent teaching systems*. Int. Jl of Man-Machine Studies, 2, 1973, p.215-236.

[HBR99] Harvard Busines Review. *Le Knowledge Management*. Paris : Editions d'organisation ,collection HBR, 1999, 277 p.

[Her82] HERMANN L. *The creative Brain*. **In :** NASSP, Bulletin, Septembre 1982, p.36

[Hou93] HOUSSAYE Jean (Dir.). *La pédagogie : une encyclopédie pour aujourd'hui*. Paris : ESF, 1993.

[JDN02] *L'e-learning : des solutions denses pour un marché encore jeune…* **[en ligne]**, 2002. Disponible sur : http://solutions.journaldunet.com/0011/001121introlearning.shtml

[JRL00] JOHNSON W.L., RICKEL J.W., LESTER J.C. *Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments* **[en ligne]**. The International Journal of Artificial Intelligence in Education, N°11, 2000, p.47-78. Disponible sur : : http://www.csc.ncsu.edu/eos/users/l/lester/www/Public/apa-ijaied-2000.pdf

[KFL60] KAUFMANN A., FAURE R., LE GARFF A. *Les jeux d'entreprises*. Paris : Editions PUF, collection Que sais-je ?, 1960, 126 p.

[Kre98] KREINDLER Isabelle. *Designing feedback that is hard to ignore*. **In :** Multimedia CALL: Theory and Practice. Cameron, Keith (Eds). Exeter : Elm Bank Publications, 1998, p.243-249.

[Lab87] LABORDE G. *Influencer avec intégrité. Programmation Neuro-Linguistique dans l'entreprise*. Paris : Inter Éditions, 1987.

[Lan98] LANCIEN Thierry. *Le multimédia*. Paris : CLE International, 1998.

[LBV92] LE BOTERF Guy, BARZUCCHETTI Serge, VINCENT F. *Comment manager la qualité de la formation*. Paris : Editions d'Organisation, 1992.

[LCK97] LESTER J.C., CONVERSE S.A., KAHLER S.E. et al. *The Persona Effect: Affective Impact of Animated Pedagogical Agents* **[en ligne]**. **In :** Proceedings of Conference on Computer-Human Interaction (CHI), Atlanta, 1997. Disponible sur : http://www.acm.org/sigs/sigchi/chi97/proceedings/paper/jl.htm.

[Leb95] LE BOTERF Guy. *De la compétence. Essai sur un attracteur universel.* Paris : éditions d'organisation, 1995.

[Leg91] LE GAL Jean. *Classe-coopérative et personnalisation des apprentissages*. **In :** Réussir par l'école, comment ? LE GAL, J. et MATHIEU, A. (Eds), Institut Coopératif de l'Ecole Moderne (ICEM), 1991, p.205-214.

[Leo78] LEONTIEV A.N. *Activity, consciousness, and personality*. Englewood Cliffs : Prentice-Hall, 1978.

[LEV97] LEVY Pierre. *Cyberculture*. Paris : Éditions Odile Jacob, 1997.

[Lew01] LEWANDOWSKI J-C. *E-Learning : beaucoup de promesses pour des résultats mitigés*. Les Échos du 10 juillet 2001.

[Lin90] LINARD Monique. *Des machines et des hommes. Apprendre avec les nouvelles technologies*. Paris : Editions Universitaires, 1990, 240 p.

[Mar94] MARTON P. et HARVEY D. *L'évaluation des systèmes d'apprentissage multimédia interactif* **[en ligne]**. Revue Educatechnologiques, volume 1, N°3, septembre 1994. Disponible sur : http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol1/no3/evalsam.html

[Mas01] MASINGUE Bernard. *Travailler sur la « chaîne qualité »*. Education permanente, N°147, 2001-2, p.111-116.

[Mas99] MASUMIAN Bijan. *Return on Investment and Technology-Based Training. An introduction and a Case Study at Advanced Micro Devices.* Journal of Interactive Instruction Development, Volume 12, Number 1, Summer 1999, p.23-30.

[May93] MAYES T. *Hypermédias et outils cognitifs*. **In :** BARON, G-L., BAUDÉ, J. et DE LA PASSARDIERE B, Hypermédias et apprentissages 2, INRP, 1993, p.39-47.

[Mel01] MELLET D'HUART Daniel. *La réalité virtuelle : un média pour apprendre*. **In :** DE VRIES E., PERNIN J-P et PEYRIN J-P. (Eds.) Actes du 5ème colloque Hypermédias & Apprentissage, Grenoble, avril 2001, p.331-338.

[Mer84] MERIEU Philippe. *Itinéraire des pédagogies de groupe, Apprendre en groupe ?* Lyon : Chronique Sociale, 1984.

[Mer87] MERIEU Philippe. *Apprendre… oui, mais comment*. Paris : ESF éditeur, 1987, 193 p.

[Mil91] MILLOT M., ROULLEAU J-P. *Transformer l'organisation du travail. L'autonomie créatrice*. Paris : Les éditions d'orgaznisation, 1991, 218 p.

[MML00] MORENO R., MAYER R.E., LESTER J.C. *Life-Like Pedagogical Agents in Constructivist Multimedia Environments: Cognitive Consequences of their Interaction.* **In :** Proceedings of the World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia, and Telecommunications (ED-MEDIA), Montreal, 2000, p.741-746.

[Moo97] MOONEN Jef. *The efficiency of telelearning, Faculty of Educational Science et Technology* **[en ligne]**. University of Twente, Enschede, The Netherlands, JALN, Volume 1, Issue 2, august 1997.
Disponible sur : http://www.aln.org/alnweb/journal/issue2/moonen.pdf

[Mor98] MORINEAU A., ALUJA-BANET T. *Analyse en Composantes Principales (avec illustrations SPAD).* Saint-Mandé : Cisia-Ceresta Éditeur, 1998, 142 p.

[Muc88] MUCCHIELLI Roger. *Les méthodes actives dans la pédagogie des adultes.* 6ème édition. Paris : Les éditions ESF, 1988, 174 p.

[Nan95] NANARD M. *Les hypertextes : au-delà des liens, la connaissance.* Sciences et Techniques Educatives, vol 2, N°1, 1995, p.31-59.

[Neg96] NEGROPONTE Nicholas. *Being digital.* New York : Vintage Books, 1996.

[Nie94] NIELSEN J. *Heuristic Evaluation*, **In :** J.Nielsen and R.L Mack (Eds), USABILITY Inspection Methods, John Wiley, 1994.

[Nie94] NIELSEN J. *Heuristic Evaluation.* In : NIELSEN J and MACK R.L. (Eds). Usability Inspection Methods. John Wiley, 1994.

[OCDE96] *Perspectives de la science, de la technologie et de l'industrie.* Paris : Publications de l'Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE), 1996.

[Ofrateme74] *Banque d'information sur l'enseignement programmé.* OFRATEME (Office français des techniques modernes d'éducation), 1974, 36 p.

[Ost99] OSTAHIE Lucia (épouse GRADINARIU). *Évaluation de la communication dans le travail coopératif sur des situations de téléformation en téléprésence*. Thèse en ingénierie informatique : Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 1999, 253 p.

[Pap87] PAPERT S. *Microworlds : Transforming Education*. Artificial Intelligence and education : Learning environments and tutoring systems. Edited by R. Lawler and M. Yazdani, Vol.1, Norwood, NJ : Ablex, 1987, p.79-94.

[Pas92] DE LA PASSARDIERE B. et FISCHER Y. *Les hypermédias comme outils d'apprentissage : des expérimentations en France*. Rapport MASI 92.73, 1992, 11 p.

[PDV81] PREVOT P., DUFOUR J., VITRY G. *Data analysis and structural analysis methods applied to an industrial process : comparative study*. **In :** Control Science and Technology for the Progress of Society, Akashi, H. (Ed.), Vol.5. Pergamon, Oxford, 1981, p.2529-2530.

[PEI90] MARTIN J., PARAVY G. (Dir.): *Pédagogies de la médiation – Autour du PEI. Programme d'Enrichissement Instrumental du Professeur Reuven Feuerstein*. Lyon : Editions Chronique Sociale, 1990, 210 p.

[Per98] DE PERETTI André, BONIFACE Jean et LEGRAND Jean-André. *Encyclopédie de l'évaluation en formation et en éducation – Guide pratique*. Paris : ESF éditeur, collection Pédagogies / Outils, 1998, 556 p.

[Per99] PERRIN Michel. *Le plus vieux métier du monde n'est pas celui qu'on croit*. La Tribune Internationale des Langues Vivantes, n° 25, Mai, 1999, p.5-15.

[Per99] PERRENOUD Philippe. *Gestion de l'imprévu, analyse de l'action et construction de compétences*. Education permanente, N°140, 1999-3, p.123-144.

[Pet96] PETITGIRARD. *Le multimédia*. Les Langues Modernes, n°1, 1996, p. 6-13.

[Pia69] PIAGET Jean. *Psychologie et pédagogie.* Paris : Denoël, 1969.

[Pil01] PILLET M., DURET D. *Qualité en production : de l'ISO 9000 à Six Sigma*. Paris : Editions d'organisation, 2001, 368 p.

[Poy98] POYET Françoise. *Formats de présentation et complémentarité modale dans les logiciels éducatifs*. Sciences et Techniques Educatives, Vol.5, n°3/1998, p.245-262.

[Pre02] PREVOT Patrick. *Les Ecoles d'Ingénieurs et le e-learning. Nouvelles organisations et nouvelles pédagogies.* Poitiers - Futuroscope, CEFI – CNED, janvier 2002, p.52-62.

[Pre92] PREVOT Patrick. *Un tuteur intelligent pour la formation industrielle. Application à l'intégration d'un Didacticiel Cimentier*. **In :** Thunder Bay : Proceedings of the Workshop of Thunder Bay, 1992, p.20-39.

[Pre97] PREVOT Patrick, AKKOUCHE Imen. *Les Nouvelles Technologies Educatives et leurs usages*. **In :** Connaissances et savoir-faire en entreprise : intégration et capitalisation. Paris : Editions Hermès, 1997, p.343-380.

[Pre98] PREVOT Patrick. *Nouvelles technologies et formation : usages et perspectives*. Rencontres des responsables formation, journée du 27 janvier 1998.

[Qua96] QUARTERONI P. *Un hypermédia pédagogiquement efficace* **[en ligne].** 1996. Disponible sur : http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/hyppeff.html.

[Rez01] REZEAU Joseph. *Médiatisation et médiation pédagogique dans un environnement multimédia. Le cas de l'apprentissage de l'anglais en Histoire de l'art à l'université*. Thèse en didactique de la langue : Université de Bordeaux 2, 2001, 617 p.

[Rou95] ROUET Jean-François. et TRICOT Alain. *Recherche d'informations dans les hypertextes : des représentations de la tâche à un modèle de l'activité cognitive*. Sciences et Techniques Educatives, Vol.2, n°3/1995, p.307-331.

[Sap90] SAPORTA Guy. *Probabilités, Analyse des Données et Statistique*. Paris : Technip. 1990, 493 p.

[SBP00] SANDOZ-GUERMOND Françoise, BEUCHOT Gérard et PREVOT Patrick. *RACE : un environnement de travail coopératif à distance adaptatif*. **In :** Actes du colloque international TICE'2000, Troyes, 2000, p.385-391.

[Sul99] SULZER Emmanuel. *Objectiver les compétences d'interaction*. Education permanente, N°140, 1999-3, p.51-59.

[Tis99] TISSEYRE René-Charles. *Knowledge Management, théorie et pratique de la gestion des connaissances*. Paris : Hermès Science Publications, 1999, 185 p.

[Tri97] TRIGANO Philippe. *Evaluation de l'Interface Homme-Machine des logiciels éducatifs*. Le Journal du Multimédia, N°18, 1997, p.12-15.

[TRP00] TARPIN-BERNARD Frank, RAMEL Jean-Yves, PREVOT Patrick. *Animation à distance de jeux d'entreprise multimédias coopératifs*. **In :** Actes de la conférence ERGO-IHM'2000, Biarritz, octobre 2000, p.271-278.

[Van94] VAN HOUCKE Christian. *Le multimédia en entreprise*. Paris : Editions Hermès, 1994, 188 p.

[Van94] VANDERDONCKT J. *Guide ergonomique de la présentation des applications hautement interactives*. Namur : Presses Universitaires, 1994.

[Vau00] VAUDRY C., CRAMPES M. *Architecture Agents pour la Composition Adaptative*. **In :** Actes du congrès scientifique international NîmesTIC'2000, Nîmes, 2000, p.330-337.

[Via98] VIAL Christian. *La place de la coopération dans l'enseignement à distance*. Thèse en informatique : Ecole Centrale de Lyon, 1998, 272 p.

[Viv00] VIVET Martial. *Des robots pour apprendre*. Sciences et Techniques Educatives, Education et informatique – Hommage à Martial Vivet, 2000, Vol.7, n°1/2000, p.17-60.

[Viv82] VIVET Martial. *LOGO : un environnement informatique pour la formation d'adultes*. **In :** Actes du premier colloque LOGO, Clermont-Ferrand, 1982, p.19-27.

[Voi96] VOISIN André. *La qualité de la formation, une nouvelle chance pour l'évaluation ?* Education permanente, N°126, 1996, p.177-188.

[Vyg97] VYGOTSKI Lev. *Pensée et Langage*, Paris : La Dispute (édition originale en russe publiée en 1934), 1997 (traduction française).

[Wal88] WALTON Mary et DEMING W. Edwards. *The Deming Management method*. Perigee Books, 1988.

[Wau00] WAUTIER D. et BACKER B. *Compétences professionnelles et formation continuée des intervenants sociaux*. ISAJH, 2000, p.67-74.

[Wil86] WILLIAMS Linda V. *Deux cerveaux pour apprendre. Le gauche et le droit*. Paris : Les éditions d'organisation, 1986 (traduction française par Hélène Fabre-Trocmé), 204 p.

[Zel97] ZELLER P. et DILLENBOURG P. *Effet du type d'activité sur les stratégies d'exploration d'un hyperdocument*. STE, Vol.4, n°4/1997, p.413-435.

Glossaire

Activité pédagogique Mise en situation sous forme de jeux multimédias utilisées dans SIMPA comme parcours de formation. Plusieurs types d'activités pédagogiques ont été développés : glisser/déplacer, puzzle, phrase à trous, etc.

Briefing–Débriefing Modèle pédagogique, comparable à celui des jeux d'entreprise, où le formateur interagit fortement avec l'apprenant ou le groupe d'apprenants lors de deux séquences : la mise en place de la formation au début (briefing) et la discussion collective pour mise au point en conclusion (débriefing).

CC Compétence Cible ; elle correspond aux objectifs pédagogiques des formations au poste de travail.

CTQ Critical To Quality. Dans un projet de conception « Six Sigma », les CTQ sont les besoins le plus critiques des clients ; ils sont hiérarchisés dans la matrice QFD.

E-formation La e-formation (ou *e-learning*) résulte de l'association de contenus interactifs et multimédias, de supports de distribution (PC, Internet, Intranet, Extranet), d'un ensemble d'outils logiciels qui permettent la gestion d'une formation en ligne et d'outils de création de formations interactives. L'accès aux ressources est considérablement élargi, ainsi que les possibilités de collaboration et d'interactivité. La tendance actuelle est à l'hybridation des dispositifs de e-formation (*blended solutions*), c'est-à-dire vers une complémentarité entre une pédagogie présentielle et des approches plus exclusivement liées aux réseaux technologiques.

EIAO Environnement Interactif d'Apprentissage avec l'Ordinateur. Cet acronyme a désigné jusqu'en 1991 l'Enseignement Intelligemment Assisté par Ordinateur.

EPIA Équipe Pluridisciplinaire Intégrée et Autonome. C'est le nom donné aux équipes de production orientées produit mises en place en 1997 à TIV. Leur fonctionnement est basé sur la polyvalence et l'autonomie.

GOND Méthode intégrée à l'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité ; c'est une technique d'analyse prévisionnelle qui estime les risques d'apparition de défaillances et les conséquences sur le process de fabrication), dont l'objectif est de calculer un coefficient fonction de la gravité (G), l'occurrence (O) et la Non-Détectabilité (ND) d'une situation.

GOND+ Désigne la méthode GOND augmentée de 3 critères : la taille du public de formation prévu, la criticité du poste de travail et la complexité des notions à expliquer pédagogiquement.

IIR Intensificateur d'Image Radiologique. Le tube IIR est l'appareil qui fournit au radiologue l'image du corps du patient modifié par les rayons X qui l'ont traversé. Les IIR sont la production principale de TIV, dont il est le leader mondial.

Matrice QFD Outil d'application de la méthode Six Sigma dans un projet de conception ; la matrice QFD (Quality Function Deployment) met en correspondance les besoins pondérés de chacun des clients du projet avec les fonctionnalités à mettre en œuvre en réponse.

Médiation pédagogique Pratique du formateur (le médiateur) dont le but est d'aider l'apprenant à se dégager d'une situation de blocage dans son apprentissage. On distingue trois types d'interventions de médiation : le repérage, la concentration et la reconnaissance.

PEI Programme d'Enrichissement Instrumental, développé par le professeur Reuven Feuerstein. Basé sur la théorie de la modifiabilité cognitive par un processus de remédiation, son but est d'améliorer les compétences instrumentales d'une personne en vue d'accroître ses capacités d'apprentissage.

QFD (matrice) Quality Function Deployment. La matrice QFD (également appelée « Maison de la Qualité ») est l'outil de prise en compte de l'ensemble des besoins critiques (CTQ) des clients dans une démarche de conception « Six Sigma ».

ROI Return On Investment (retour sur investissement).

RSS Responsable de Service Soutien. Ce terme désigne à TIV les managers des services gravitant autour de la production : maintenance, informatique, personnel, etc.

RUP Responsable d'Unité de Production. Responsable hiérarchique des STP et des opérateurs, le RUP est le manager des actions de formation. Chaque RUP a plusieurs EPIA sous sa responsabilité.

SEAMI Système d'Évaluation de l'Apprenant Multimédia Interactif. Nous avons choisi cet acronyme en adaptant le SAMI (Système d'Apprentissage Multimédia Interactif) de Philippe Marton et son équipe de l'Université Laval, lui donnant une dimension d'évaluation.

SIMPA Support Interactif Médiatisé et Personnalisable pour l'Apprentissage. Développé avec le logiciel ToolBook, il se caractérise par le recours à deux personnages animés (le professeur et le compagnon) pour pratiquer une médiation pédagogique en l'absence du formateur.

Six Sigma Méthodologie de management de projet qui met le client au centre de toutes les démarches et actions du projet. Basé sur la mesure, le Six Sigma (6σ) désigne un processus de production conforme à 99.99966 %.

STIC Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication. Cet acronyme symbolise l'intégration des technologies dans la société : elles ne sont plus « Nouvelles » (NTIC), mais s'organisent autour d'une nouvelle science.

STP Support Technique de Proximité. C'est l'expert technique des ateliers de production (on compte une vingtaine de STP à TIV), dont une des missions est d'assurer la formation des opérateurs à leur poste.

TED Thales Electron Devices. Une des sociétés du groupe Thales, anciennement Thomson Tubes Électroniques.

Annexes

ANNEXE A
LES BESOINS DES ACTEURS DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE **209**

ANNEXE B
OBSERVATION DES SÉANCES DE FORMATION :
ÉTAT DES LIEUX À TIV EN 1999 ..... **211**

ANNEXE C
PROJET SIMPA : ANALYSE DES COÛTS ET RETOURS FINANCIERS **214**

ANNEXE D
ENQUÊTE DE BESOINS DES CLIENTS SIMPA **216**

ANNEXE E
BILAN DES EXPÉRIENCES SUR LES SUPPORTS SIMPA **219**

Annexe A

Les besoins des acteurs de la formation professionnelle

Apprenant

B_{ap}^{1} : Les contenus, ressources et modes pédagogiques du dispositif de formation doivent être étroitement liés à l'environnement professionnel de l'apprenant.

B_{ap}^{2} : L'apprenant doit pouvoir exprimer ses attentes vis-à-vis de sa formation, et retrouver par la suite la réponse à l'ensemble de ses besoins, exprimés ou non.

B_{ap}^{3} : L'apprenant doit pouvoir trouver naturellement du désir ou de l'intérêt vis-à-vis de la formation, de manière à rester motivé dans la conduite de son apprentissage.

B_{ap}^{4} : L'apprenant doit disposer de toutes les ressources nécessaires (matérielles, documentaires et tutorales) à son accompagnement durant l'apprentissage.

B_{ap}^{5} : Il doit pouvoir utiliser ces ressources de manière intuitive, soit sans démarche initiatique.

B_{ap}^{6} : L'apprenant doit disposer d'une visualisation claire de l'évolution de ses compétences durant l'avancement de son apprentissage.

Formateur

B_{fo}^{1} : La relation pédagogique durant l'action de formation doit faire en sorte de surmonter les freins structurels à l'apprentissage chez l'adulte.

B_{fo}^{2} : Afin de réaliser un juste accompagnement de l'apprenant dans sa progression, le formateur souhaite disposer d'outils de suivi de la formation.

B_{fo}^{3} : Le formateur doit pouvoir intervenir dans un contexte où l'apprenant est client de son action, à travers sa démarche volontariste d'apprendre.

B_{fo}^{4} : Le rôle du formateur est moins d'exposer ses connaissances que de les mettre scène, les mettre en question, en provoquer une discussion ; en un mot, être le médiateur entre l'objet d'apprentissage et l'apprenant.

B_{fo}^{5} : Le formateur doit avoir l'opportunité de pratiquer une pédagogie individualisée afin de répondre aux spécificités de l'apprenant.

Expert

B_{ex}^{1} : La construction de contenus de formation ne doit pas être source de préoccupation pour l'expert quant à la mise en forme pédagogique, et devra à sa demande être effectuée en un minimum de temps.

B_{ex}^{2} : Afin de mieux s'investir dans son rôle de propriétaire des contenus de la formation, l'expert souhaite pouvoir les maintenir facilement au cours de mises à jour successives

B_{ex}^{3} : L'expert souhaite disposer d'un retour d'usage à long terme des supports de formation afin d'en améliorer le contenu.

Auteur

B_{au}^{1} : La construction de supports de formation ne doit pas être source de préoccupation pour l'auteur quant à la mise en forme pédagogique, et devra à sa demande être effectuée en un minimum de temps.

B_{au}^{2} : Afin de mieux s'investir dans son rôle de propriétaire des supports de la formation, l'auteur souhaite pouvoir les maintenir facilement au cours de mises à jour successives

B_{au}^{3} : L'auteur souhaite disposer d'un retour d'usage à long terme des supports de formation afin d'en améliorer la structure.

Manager

B_{ma}^{1} : Le manager de la formation souhaite, dans le cadre de sa gestion des compétences, une formation « à la demande ».

B_{ma}^{2} : Le manager de la formation souhaite également, dans le cadre de sa gestion des compétences, une formation « juste à temps ».

B_{ma}^{3} : D'un point de vue managérial, la formation doit pouvoir apporter le maximum d'efficacité avec le minimum de ressources, c'est-à-dire à moindre coût.

B_{ma}^{4} : Le manager souhaite, en tant qu'outil d'aide à la décision, une mesure fiable et si possible chiffrée des résultats de la formation sur le long terme.

B_{ma}^{5} : Afin de développer l'enrichissement cognitif et les compétences de l'entreprise, le manager souhaite mettre en place des outils de conservation et de transmission du savoir faire des experts.

Annexe B

Observation des séances de formation : état des lieux à TIV en 1999

Voici la synthèse d'un travail d'observation de la majorité des actions de formation interne au poste de travail menées par la cellule multimédia de TIV entre novembre 1998 et août 1999.

Au total, ce sont plus de 50 heures de formation sur support multimédia qui ont été suivies.

Organisation

Les séances se font en salle de formation, équipée d'un micro-ordinateur et d'un vidéo-projecteur. Le nombre d'opérateurs apprenants varie entre 1 et 8 personnes. On distingue 2 types de formations :

- obligatoires et génériques, comme *le comportement en salle propre (clean concept)* ou *protection des produits contre les décharges électrostatiques (ESD),*
- à la demande et personnalisées, comme *les techniques de soudage* ou *la mise sur pompe.*

Chaque séance a une durée de 1h30 à 2h ; une formation complète peut demander jusqu'à 6 séances, pour une durée totale de 6h en moyenne.

Déroulement

Les séances suivent généralement le déroulement suivant :

1. **Questionnement sur la séance précédente** : *reformulation verbale*
2. **Objectifs pédagogiques** de la séance du jour : *repérage de la cible*
3. **Mise en situation initiale** par un questionnement ou une manipulation pratique : *création du besoin de savoir*
4. **Apport d'informations nouvelles** par des TP si possible, avec complément théorique par des séquences multimédias : *phase d'apprentissage*
5. **Demande de synthèse** aux apprenants : *reformulation verbale*
6. **Mise en situation** lors d'exercices demandant l'utilisation des connaissances : *reformulation active, verbale ou écrite (exercices informatisés)*
7. **Bilan des acquis de la séance** : *vérification que les objectifs du jour sont atteints*

Durant les phases d'apport théorique, le formateur s'efface pour laisser la place à une animation sonore. Durant les phases d'exercices, il fait participer les apprenants en leur confiant la souris et suscite la réflexion à voix haute pour amener le choix des réponses.

Enseignements

Quelles conclusions, interrogations, pistes de recherche peut-on tirer de cette somme d'observations ? Nous les classons selon les critères de la médiation [ref feuerstein] :

Repérage

Objectifs pédagogiques :

- Une formation est pratiquement inutile si les attentes de chaque personne n'ont pas été prises en compte au départ.
- Les apprenants sont trop souvent prêts à « apprendre n'importe quoi », à partir du moment où le tuteur le juge bon.
- Il y a souvent un sentiment d'impuissance qui ressort, face à des groupes dont on « sent » bien qu'on ne répond pas à leurs attentes...
- La diversité de « niveau » d'un groupe n'est pas vraiment un problème ; le problème, c'est la diversité des besoins de chacun.

Réciprocité avec la demande :

- Il n'y a pas vraiment de réciprocité, dans le sens où les apprenants sont venus pour écouter (pas toujours de leur propre volonté), et il n'existe pas de « contrat de formation » concernant les objectifs pédagogiques.
- Le formateur pose bien la question « est-ce que cela vous convient comme objectif ? », mais sans trouver d'échos dans l'assistance, ou alors un écho « consensuel », sans grande conviction.
- Le discours du formateur est décrédibilisé s'il n'est pas en lien direct avec des aspects de terrain.

Parcours et moyens employés :

- Le contenu des formations n'est pas toujours assez concret ; on se soucie trop peu du vécu quotidien des apprenants.
- La constitution d'un groupe ne nuit pas à l'apprentissage, au contraire ; les personnes s'aident entre elles avec leur propre vocabulaire.

Questionnements préalables :

- Bonne fréquence de questionnement ; selon la taille du groupe, il est difficile cependant de recueillir les réponses de chacun des apprenants.

Régulation

Médiation de la concentration :

- Il ne faut pas excéder des durées de 1h30 par séance, à moins de prévoir une grande diversité de supports et de sources de motivation.

Variation des stimuli :

- Il est impératif de mettre en place une partie « Travaux Pratiques » dans le déroulement de la formation, l'idéal étant de la dispenser sur le poste même.

Répétitions sous plusieurs formes :

- Assez peu développé aujourd'hui, sinon par une ré-explication si nécessaire de la part du formateur. Le multimédia ne propose pas de reformulation.

Phases d'activités des auditeurs :

- L'efficacité des QCM proposés est limitée, dans le sens où la modalité de la question introduit trop de bruit par rapport à la mesure.

- L'emploi de la souris n'est généralement pas une gêne ; il peut le devenir lors de manipulations délicates lors de simulateurs.
- L'activité intermittente des apprenants est trop minoritaire en comparaison du temps de parole du formateur ou du multimédia, utilisé uniquement comme « transparent de luxe » pour exposer les connaissances.

Maîtrise de l'impulsivité :

- En règle générale, le formateur laisse le temps de réflexion aux apprenants lors des questionnements ; ce sont plutôt eux qui ne le prennent pas, en comblant inconsciemment le silence qui s'était créé.
- Afin d'éviter des réponses trop impulsives, il est impératif de « sécuriser » l'apprenant lors des questionnements, en lui rappelant systématiquement qu'il a tout son temps pour réfléchir.

Invitations à reformuler :

- Les apprenants ne retiennent généralement qu'une très faible partie des notions théoriques abordées les séances précédentes.
- Dans l'ensemble, il y a un manque de reformulation orale demandée aux apprenants par rapport à la masse d'informations donnée : l'essentiel ne ressort pas suffisamment.

Synthèses de l'acquis :

- L'emploi du paperboard est trop rare ; il est grandement à développer, notamment lors de reformulations (noter ou faire noter les points principaux).

Guidage dans le parcours :

- La majorité du public observé n'est pas prête à une utilisation autonome des produits multimédias proposés tels qu'ils existent en 1999.
- Pour effectivement obtenir l'autonomie d'une personne face à la machine, des explications complémentaires du tuteur sont souvent indispensables ; il faut développer les messages d'aide et clarifier les écrans.

Fragmentation de la difficulté :

- Si en général le programme est bien réparti sur l'ensemble des séances de formation, il arrive souvent qu'une ou plusieurs séances soient plus « lourdes » par rapport aux autres.

Reconnaissance

Médiation du sentiment de compétence (aspect cognitif) :

- Cet aspect n'est pas assez développé : il manque souvent un bilan clair sur les nouvelles compétences acquises (« vous êtes maintenant capable de... »).
- Un bon moyen de pratiquer ce bilan serait de revenir sur les objectifs pédagogiques qui avaient été fixés.

Signes de félicitations, d'encouragements (aspect affectif) :

- Le feed-back qu'apporte le multimédia lors des exercices est souvent pris « à cœur » par les apprenants : l'aspect affectif face à une bonne ou une mauvaise réponse est toujours visible.
- Le formateur doit faire preuve d'enthousiasme dans ses signes de reconnaissance afin que les apprenants soient motivés par leurs résultats.

Utilisation positive des erreurs :

- S'il y a eu erreur de l'apprenant, le multimédia ne fait que donner la bonne réponse éventuellement ; c'est au formateur d'exploiter cette erreur, en suscitant la réflexion, le plus souvent en rappelant ce qui a été dit durant le cours.

Annexe C

Projet SIMPA : analyse des coûts et retours financiers

Coût du projet

Membres de l'équipe projet	Equivalent en heures sur 10 mois
Responsable cellule multimédia	145
Ingénieur doctorant CIFRE	1200
Membre de la cellule multimédia	60
STP du clean concept	16
Clients participants aux revues (3 personnes, dont le STP auto-maintenance)	30
Volontaires pour le plan de test SIMPA	48
Total horaire	**1499**

Le coût horaire chargé d'un salarié à TIV est en moyenne de 28 €.
Le coût horaire chargé du doctorant CIFRE est de 14 €.
Le projet a demandé 1499 heures, dont 1200 heures du doctorant, pour un coût total de :

$$[28 \times (1499 - 1200)] + [14 \times (1200)] = 25172 \text{ €},$$

soit 25.1 K€.

Les coûts matériels et logiciels ne sont pas répertoriés ; ils sont pris en compte dans les frais de fonctionnement de l'entreprise.

Retour financier (d'après projection de l'année 2000)

Coût de qualité

Heures formateur (hors cellule multimédia, en supposant des formations individuelles) :

- 24 opérateurs en mobilité
- 26 nouveaux intérimaires à former
- 50 personnes environ en polyvalence

Soit 100 personnes à former, en 6h en moyenne : 600h

Heures apprenant (formations de 6h) : 600h

Heures de formation Cellule multimédia :
- 50h d'animation de formations
- 250h environ de temps de préparation au total, soit le quintuple

Soit 300h

TOTAL : 1500h.

A 28€ / heure, cela équivaut à 42K€.

Coût de non-qualité

1. Personne ayant suivi une formation sans mise en pratique derrière :
   On évalue à 80% la perte de l'investissement de formation.

2. Formation ne conduisant pas à une garantie de résultat en terme de compétence sur le poste :
   - Perte en production par manque d'autonomie
   - Perte en pièces non conformes

Economies

1. Gains sur le temps du formateur :

Nombre d'heures de formation au poste dans l'usine (chiffres 2000) :
- Cellule Multimédia : 50h
- STP + Formateurs occasionnels : 600h

Total : 650h par an ; on en gagne 50%, soit 325h.
Gain = 325 × 28 = 9100€.

2. Gain sur les cas de non-qualité de formation :

Une formation dure en moyenne 6h ; on évalue le temps de préparation pour le formateur au quintuple, soit 30h. On gagne donc 0.8[30 + (6x2)] = ~34h sur chaque cas.

En évaluant ces cas à 5 par an :
Gain = 34 × 5 × 28 = 4760€.

Total des gains : 9100 + 4760 = 13860€, soit 13.8 K€.

Annexe D

Enquête de besoins des clients SIMPA

Apprenants

1. **Pouvoir mettre en pratique sur le terrain ce que j'ai appris**
2. **Pouvoir suivre une formation en lien avec mes attentes**
3. **Retrouver dans la formation le contexte de ma pratique quotidienne**
4. **Suivre une formation adaptée à mon propre rythme et à ma façon d'apprendre**
5. **Convivialité et clarté du module multimédia**
   - Accès et utilisation simples des supports multimédias
   - Support multimédia ludique et encourageant, grâce à un petit personnage sympa qui accompagne l'apprenant
   - Clarté et précision dans le contenu des modules multimédias, pour assurer une formation efficace en autonomie
   - Poser des questions courtes sur le support multimédia
   - Prévoir des modules multimédias pas trop longs
   - Animation et coloration dans les modules pour les rendre sympathiques, attractifs
   - Avant la formation proprement dite, former à l'outil informatique les apprenants qui le désirent ou qui le nécessitent
6. **Pouvoir prendre conscience de ma progression, et avoir conscience de mes nouvelles compétences**
7. **Être encouragé et accompagné dans mon apprentissage**
8. **Guidage et analyse des erreurs par l'outil multimédia**
   - Que l'outil multimédia analyse les mauvaises interprétations des prises vidéos, les erreurs
   - Indiquer par un signal lumineux ou sonore à l'apprenant lorsque plusieurs réponses sont attendues
   - Ne pas être découragé lorsqu'on fait une mauvaise réponse
   - Prévoir une démonstration, un exemple de réponse juste au démarrage de chaque exercice
9. **Avoir des réponses précises et rapides à mes questions**
   - Avoir des réponses rapides et précises via le multimédia sur des problèmes typiques
   - Avoir des réponses rapides et précises via le formateur sur des problèmes typiques

10. **Combiner la pratique et la théorie**
    - Se former avec l'outil multimédia sur le terrain
    - Combiner la pratique et la théorie

Formateurs terrain

1. **Pouvoir disposer d'une cible précise de formation (compétences à atteindre)**
2. **Pouvoir disposer d'un indicateur chiffré sur les résultats de la formation, pondéré par un indicateur de confiance**
3. **Pouvoir obtenir la création d'un nouveau support multimédia en une semaine sur le sujet qui m'intéresse, si j'ai déjà identifié les compétences cibles**
4. **Pouvoir intervenir dans un contexte où l'apprenant et l'Entreprise sont réellement clients de mon action**
5. **Découper la formation en compétences cibles**
   - Disposer d'outils aidant à la décomposition du poste en compétences cibles
   - Que l'apprenant puisse lui-même organiser son parcours à partir du moment où il connaît ses compétences cibles
   - Répertorier au préalable (concertation STP / BE / Opérateurs formateurs) les points critiques
   - Disposer d'un "pense-bête" sur les points importants à traiter ou à valider sur chaque compétence cible

     Conserver le découpage de la formation en compétences cibles, dans un ordre modulable
6. **Pouvoir modifier moi-même le contenu du support multimédia**
7. **Connaître le niveau de l'apprenant pour adapter la formation**
   - Avoir un support multimédia adaptable selon le niveau de l'apprenant (expérience dans le poste, formation initiale...)
   - Mettre en place facilement des tests préliminaires (pré-tests) par compétence cible pertinents aux apprenants afin de cibler le contenu de la formation
   - Disposer en fin de formation d'un bilan par compétence entre le pré-test et le post-test
8. **Assurer un suivi des actions de formation**
   - Développer des pratiques de formation continue (2h / mois par exemple)
   - Mettre en place un suivi systématique de toutes les formations
   - Intégrer dans le questionnaire de départ la qualité de l'apprenant (Intérim, CDI,...) et sa société si autre que TIV
   - Former à l'établissement d'un reporting sur des actions déléguées suite à une formation
   - Pouvoir retrouver dans le module multimédia (test) le point critique qui a donné lieu à une non-conformité
9. **Générer et tester la motivation chez tous les acteurs de la formation**
   - Générer et tester la motivation chez tous les acteurs de la formation
   - Présenter les infos et les explications selon les centres d'intérêt (et donc de motivation) des apprenants

Managers

1. **Avoir une garantie sur les résultats de la formation : atteinte des compétences cibles**
2. **Que les STP disposent de moyens pédagogiques efficaces pour remplir leur tâche de formation en un minimum de temps et un maximum de résultat**
3. **Disposer rapidement de personnes formées**
4. **Disposer d'une attestation de compétence fiable pour gérer les grilles de polyvalence**

5. **Pouvoir réduire les coûts de formation**
6. **Référentiel de formation disponible pour tous**
   - Assurer que la formation a été complète, c'est-à-dire que tous les sujets ont bien été abordés
   - Disposer d'un référentiel commun et disponible en permanence pour des rafraîchissements du savoir
   - L'accès aux modules de formation doit être ouvert à tout le monde
7. **Positionnement sur les compétences**
   - Connaître le niveau d'acquisition de chaque compétence
   - Un outil qui détecte les éventuelles lacunes, et mette en place des actions personnalisées pour les compléter

Annexe E

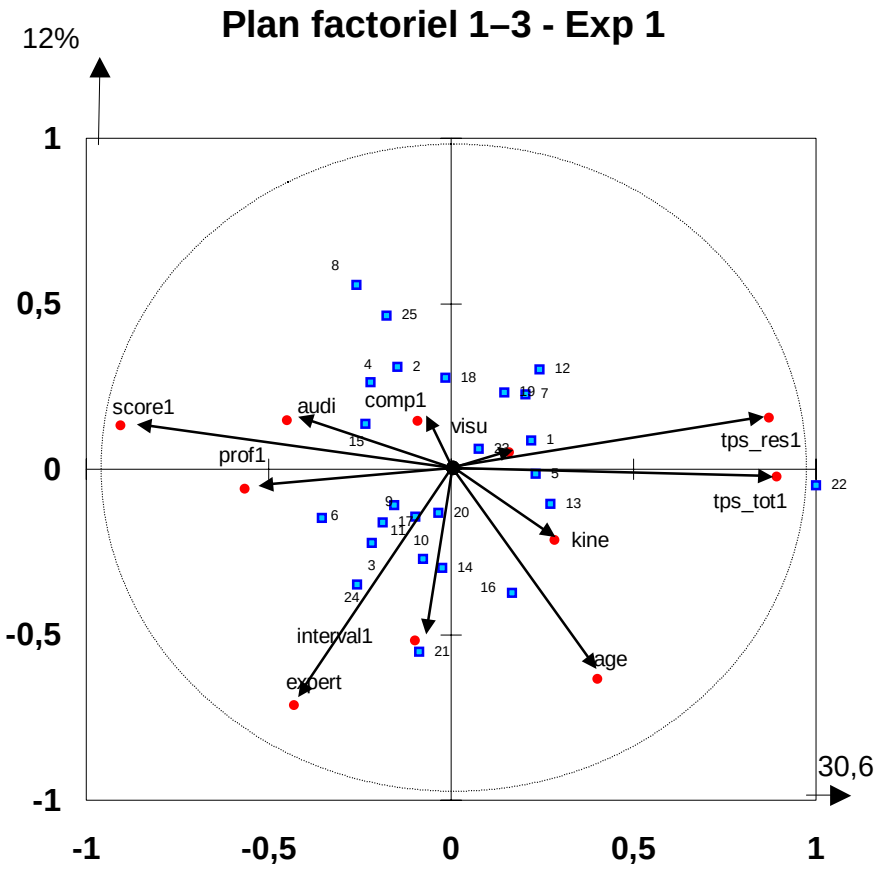
Bilan des expériences sur les supports SIMPA

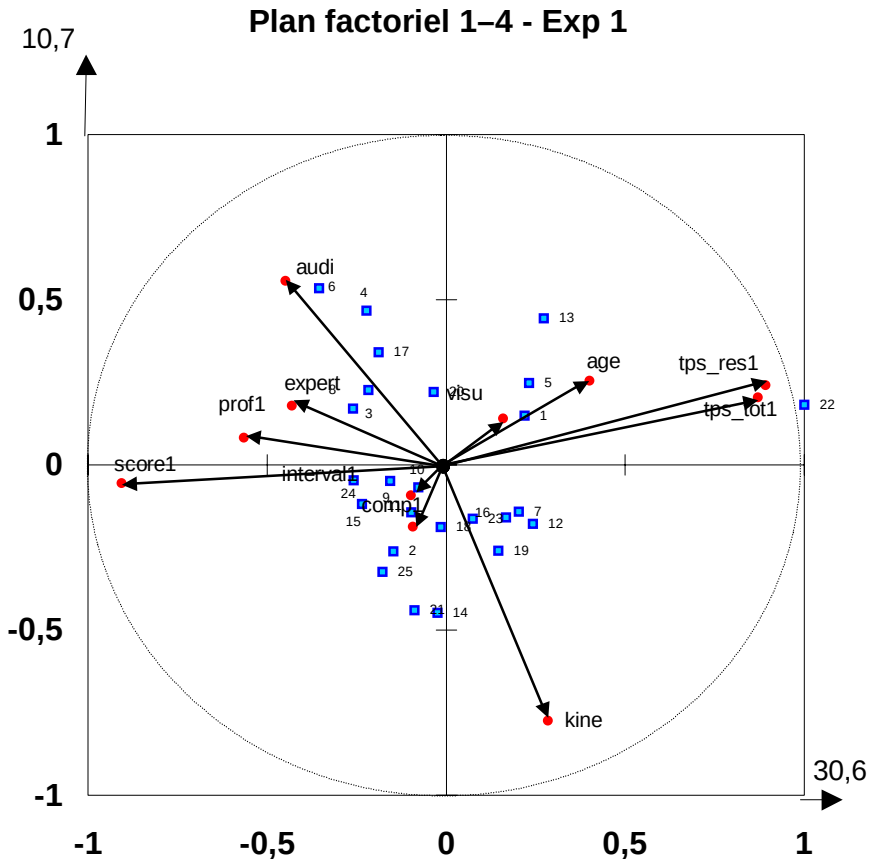
1. Analyse en Composantes Principales

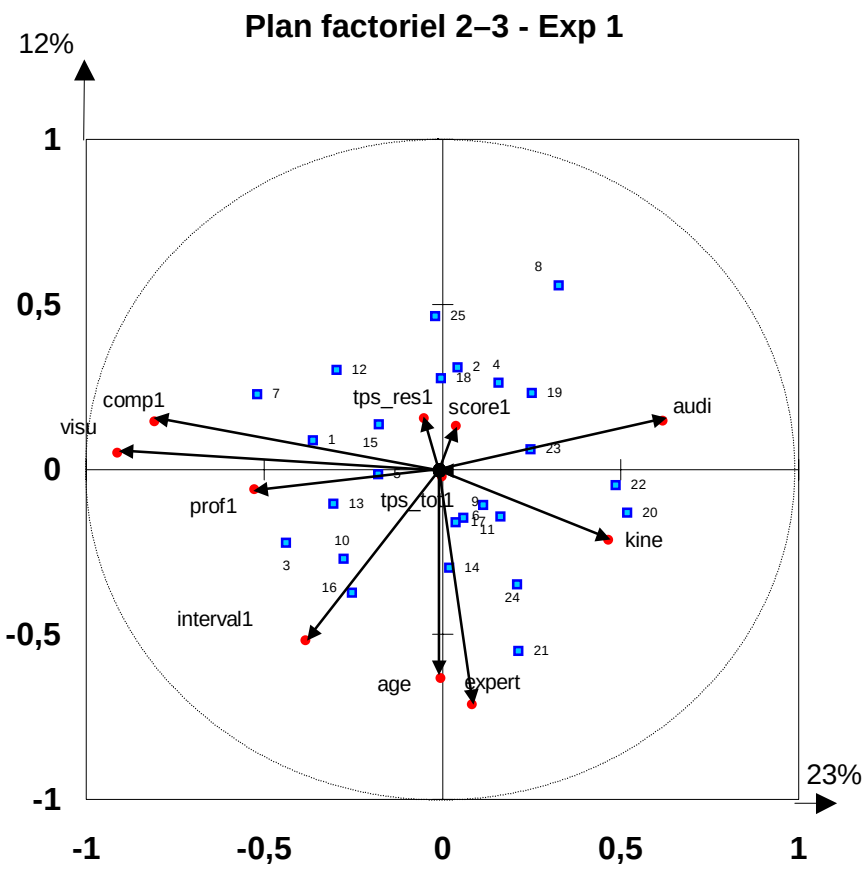
Rappel des données

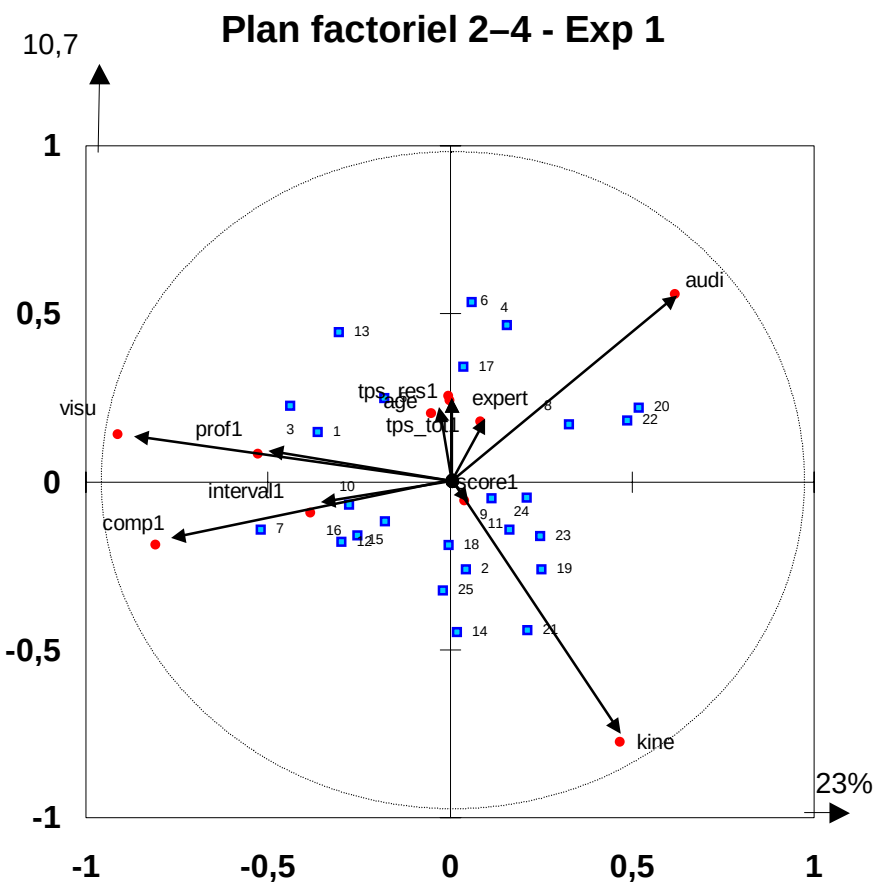
Donnée	*Valeur*	*Nom de la variable*
Age	De 1 (- de 25 ans) à 5 (+ de 55 ans)	*age*
Score sur le canal visuel	De 0 à 45 (résultat test PNL)	*visu*
Score sur le canal auditif	De 0 à 45 (résultat test PNL)	*audi*
Score sur le canal kinesthésique	De 0 à 45 (résultat test PNL)	*kine*
Classe d'expertise	1 (non initié) ou 2 (initié)	*expert*
Note obtenue au test	De 0 à 7	*score*
Intervalle de confiance	De 0 à 7	*interval*
Temps de consultation du livre des ressources	Temps en secondes	*tps_res*
Temps total du test	Temps en secondes	*tps_tot*
Note attribuée au professeur	De 0 à 4	*prof*
Note attribuée au compagnon	De 0 à 4	*comp*

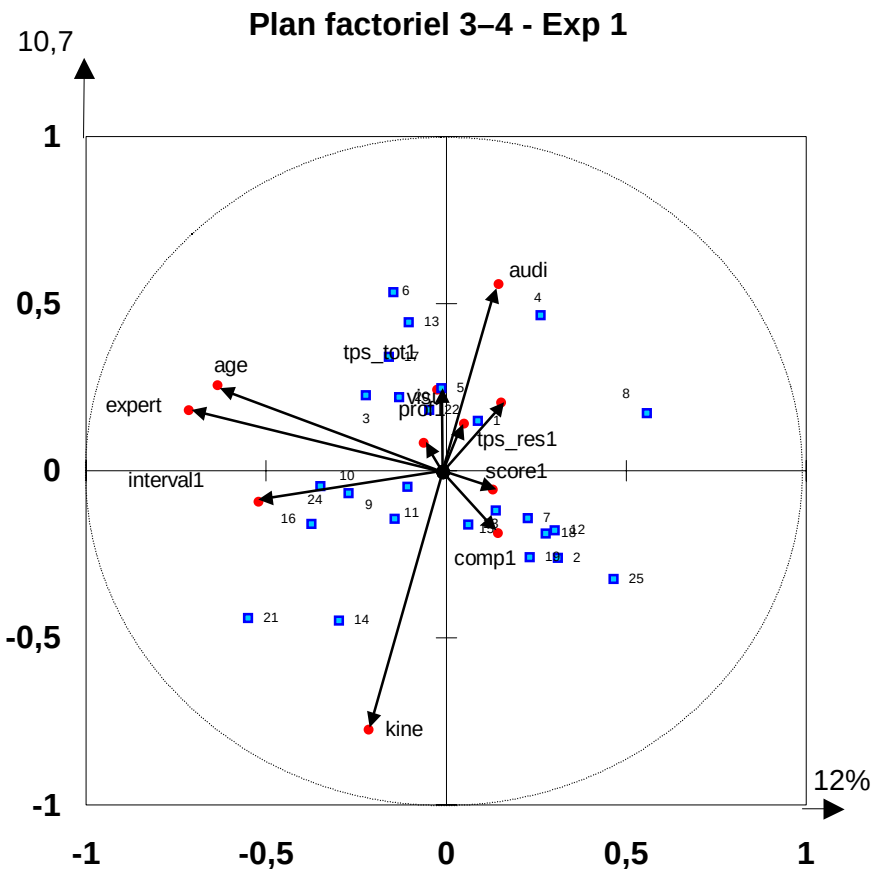
Graphes de l'expérience 1



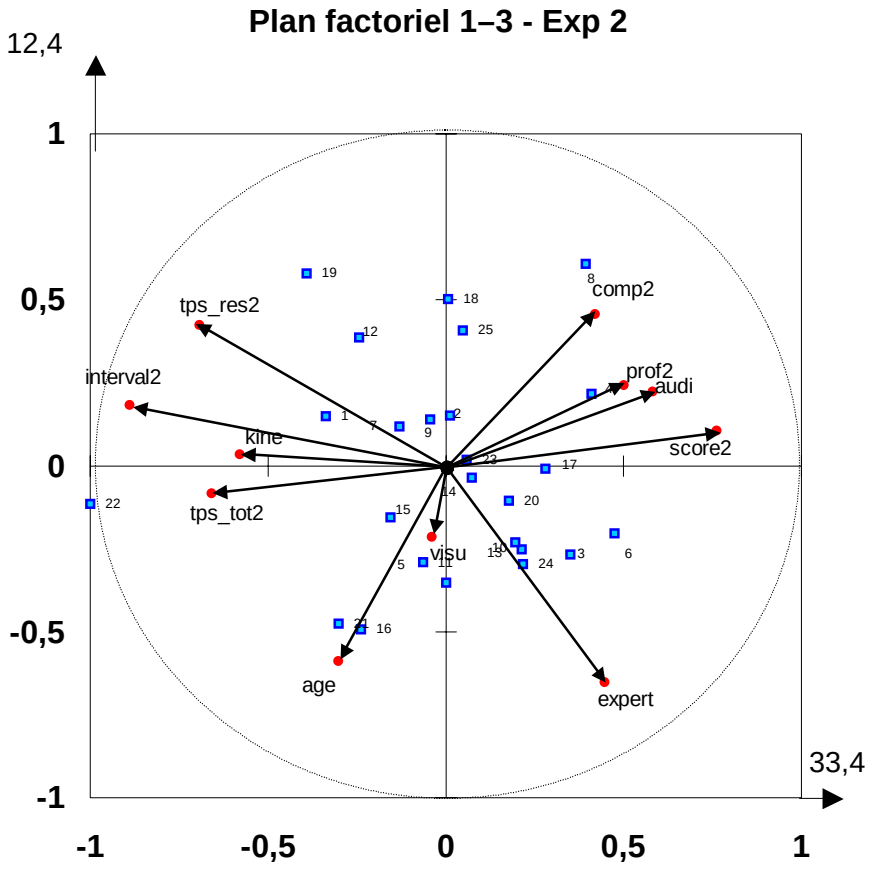


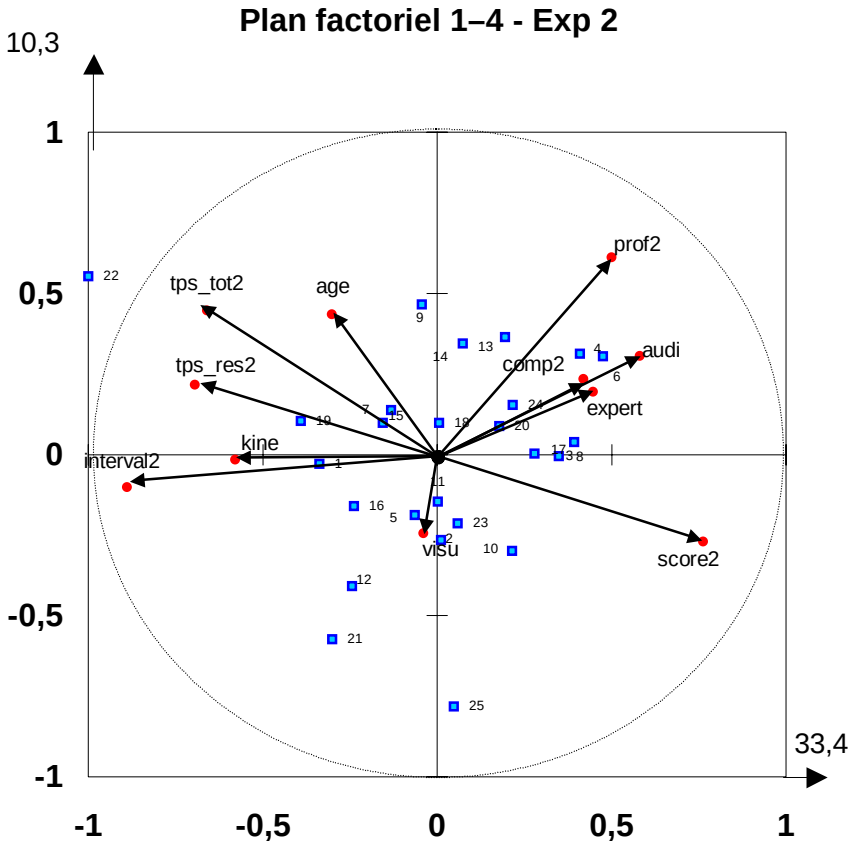

Plan factoriel 2–3 - Exp 1
12%
23%
1
0,5
0
-0,5
-1
-1
-0,5
0
0,5
1
comp1
visu
tps_res1
score1
audi
prof1
tps_tot1
kine
interval1
age
expert

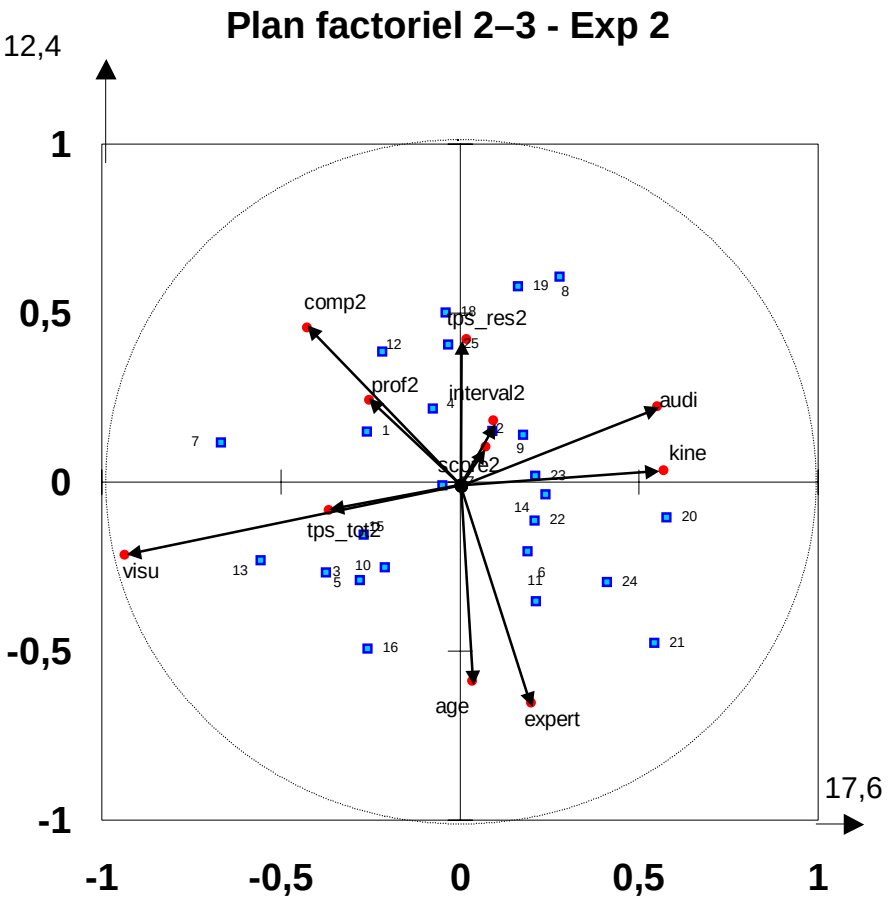

Plan factoriel 2–4 - Exp 1
10,7
23%
1
0,5
0
-0,5
-1
-1
-0,5
0
0,5
1
audi
visu
tps_res1
age
expert
prof1
tps_tot1
score1
interval1
comp1
kine

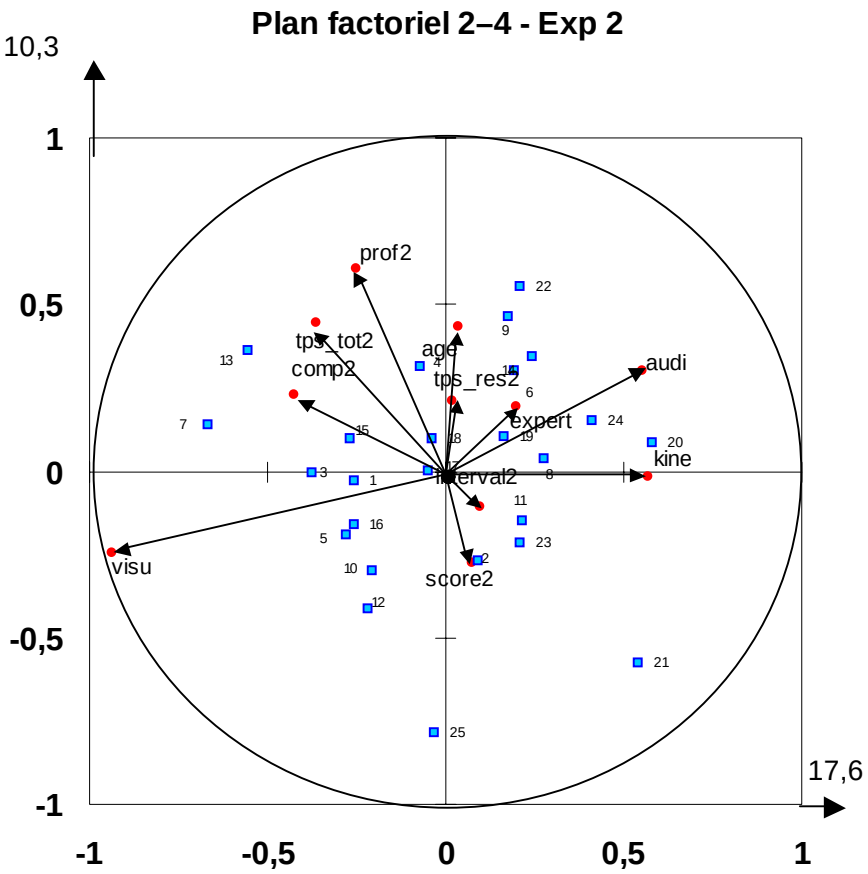

Plan factoriel 3–4 - Exp 1
10,7
12%
1
0,5
0
-0,5
-1
-1
-0,5
0
0,5
1
audi
age
expert
tps_tot1
vs1
pro1
tps_res1
score1
interval1
comp1
kine

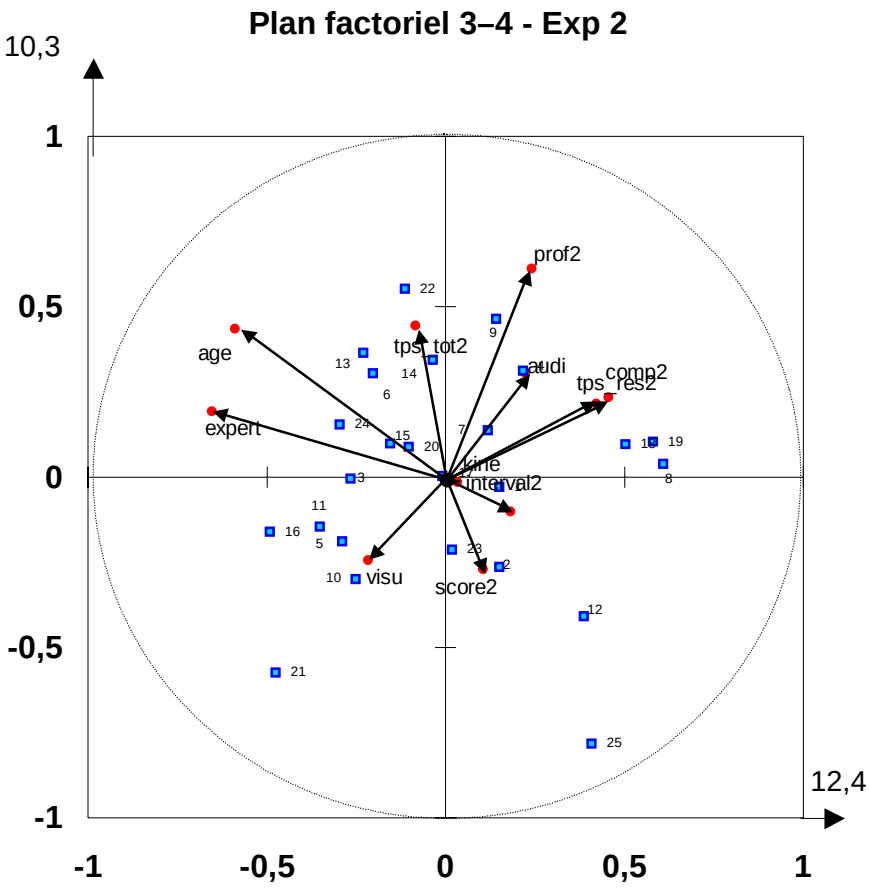
Graphes de l'expérience 2






Plan factoriel 2–3 - Exp 2
12,4
17,6
1
0,5
0
-0,5
-1
-1
-0,5
0
0,5
1
comp2
tps_res2
prof2
interval2
audi
kine
score2
tps_tot2
visu
age
expert


Plan factoriel 2–4 - Exp 2
10,3
17,6
1
0,5
0
-0,5
-1
-1
-0,5
0
0,5
1
prof2
tps_tot2
age
comp2
tps_res2
audi
expert
kine
interval2
visu
score2



2. Analyse de variance (ANOVA) des appréciations

Prof

• **Analysis of Variance for Prof**

Source	DF	SS	MS	F	P
indiceP	1	0.500	0.500	0.57	0.455
Error	48	42.220	0.880		
Total	49	42.720			

Level	N	Mean	StDev	Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev
1	25	3.0600	1.0239	(----------*----------)
2	25	3.2600	0.8431	(----------*----------)

```
-+---------+---------+---------+-----
```

Compagnon

```
• Analysis of Variance for Compagnon
Source      DF        SS        MS        F        P
indiceC      1      3.83      3.83     3.31    0.076
Error       41     47.53      1.16
Total       42     51.36
                                     Individual 95% CIs For Mean
                                     Based on Pooled StDev
Level        N      Mean     StDev   ---+---------+---------+---------+---
1           21     1.857     1.039    (--------*---------)
2           22     2.455     1.112                (--------*--------)
                                     ---+---------+---------+---------+---
Pooled StDev =    1.077              1.50      2.00      2.50      3.00
```

Pédagogie SIMPA

```
• Analysis of Variance for Pédagogie
Source      DF        SS        MS        F        P
indicePe     1     5.780     5.780     7.02    0.011
Error       48    39.540     0.824
Total       49    45.320
                                     Individual 95% CIs For Mean
                                     Based on Pooled StDev
Level        N      Mean     StDev   -----+---------+---------+---------+-
1           25    2.6000    1.0000    (--------*--------)
2           25    3.2800    0.8047                      (--------*--------)
                                     -----+---------+---------+---------+-
Pooled StDev =   0.9076                2.40      2.80      3.20      3.60
```

3. Analyse de variance (ANOVA) entre les classes A et B (expérience 2)

One-way Analysis of Variance

```
Analysis of Variance for delta2
Source      DF        SS        MS        F        P
Classe       1      9.73      9.73     9.25    0.006
Error       23     24.19      1.05
Total       24     33.91
                                     Individual 95% CIs For Mean
                                     Based on Pooled StDev
Level        N      Mean     StDev   ---+---------+---------+---------+---
A           15     1.107     0.833    (-------*-------)
B           10     2.380     1.268                    (---------*---------)
                                     ---+---------+---------+---------+---
```

4. Rôles des médiateurs perçus par les apprenants

Prof

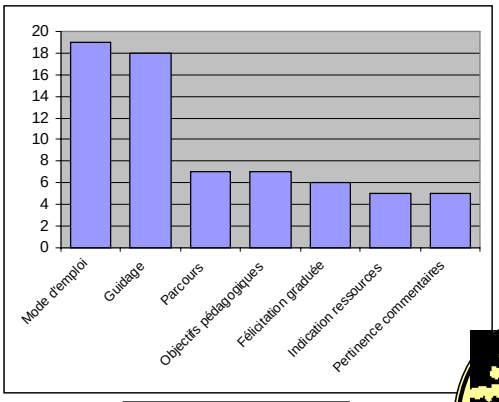
THALES ELECTRON DEVICES **Formation et mesure de compétence en autonomie à TIV**

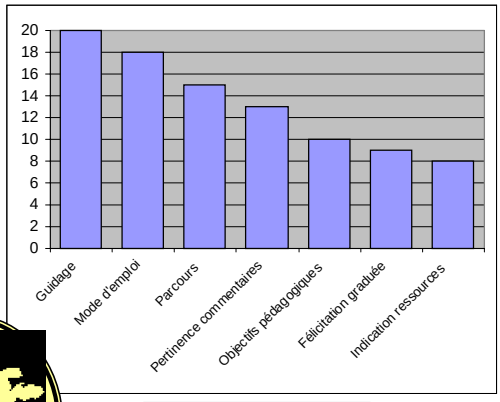
Six Sigma R4

Bilan du plan de test

❷ *Rôles perçus des médiateurs (prof) :*

Voici les paretos comparatifs des rôles du prof, tels que l'ont perçus les participants :





Expérience 1

Total : 67 pts

Expérience 2

Total : 93 pts (+ 38.8%)

Projet N°JLBe920180 Modifié le 30/10/01 Page 38

Compagnon

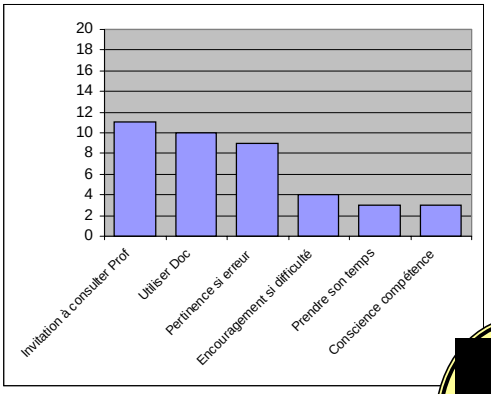
THALES ELECTRON DEVICES **Formation et mesure de compétence en autonomie à TIV**

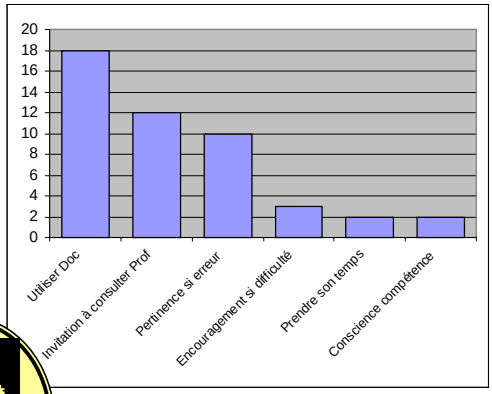
Six Sigma R4

Bilan du plan de test

❷ *Rôles perçus des médiateurs (compagnon) :*

Voici les paretos comparatifs des rôles du compagnon, tels que l'ont perçus les participants :





Expérience 1

Total : 40 pts

Expérience 2

Total : 47 pts (+ 17.5%)

FOLIO ADMINISTRATIF

THESE SOUTENUE DEVANT L'INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON

NOM : DUQUESNOY Prénoms : Laurent, Stéphane	DATE DE SOUTENANCE : 27 septembre 2002
TITRE : **Aide à la conception, évaluation et démarche qualité pour le déploiement de formations multimédias en milieu industriel**	
NATURE : Doctorat Formation doctorale : Informatique	Numéro d'ordre : 02 ISAL
Cote B.I.U.- Lyon : T 50/210/19 / et bis	CLASSE :

RESUME :

Un grand nombre d'entreprises de haute technologie sont aujourd'hui confrontées au problème de la transmission de leur savoir-faire technique, condition majeure de leur pérennité. En réponse à ces enjeux, nous proposons d'une part une méthodologie de conception de supports dédiés à la formation technique d'opérateurs ou intérimaires en entreprise, et d'autre part les modèles et outils d'évaluation et de suivi qui en sont issus.

Nous analysons dans une première partie les besoins des acteurs de la formation professionnelle, et en quoi les formations dites académiques ou des pratiques de e-formation peuvent y répondre.

La seconde partie propose une méthodologie de développement d'environnements de formations techniques à un poste de travail. Cette dernière exploite des modèles génériques de conception, met en œuvre une pédagogie basée sur la double alternance théorie/terrain et présence/absence du formateur, et inclut les outils d'évaluation dès la phase de conception.

La troisième partie témoigne de la mise en œuvre de cette méthode sur un site industriel (TIV - Thales Electron Devices) en suivant une démarche qualité (Six Sigma). Elle conduit à proposer un nouveau modèle de support pédagogique multimédia, baptisé SIMPA (Support Interactif et Médiatisé Pour l'Apprentissage). L'originalité de ce modèle consiste en une médiation personnalisée par deux tuteurs informatisés : le professeur et le compagnon.

Enfin, nous présentons dans une dernière partie les retours d'usage de SIMPA après 6 mois d'utilisation dans l'entreprise : satisfaction des acteurs, efficacité des fonctionnalités de médiation. Les premiers résultats témoignent d'une diminution importante du temps de présence du formateur terrain et la réduction des délais de conception. En conclusion, nous proposons quelques pistes de développement de SIMPA, en particulier selon des modes de travail collaboratif et à distance.

MOTS-CLES : e-formation, médiation, aide à la conception, formation professionnelle, validation de compétences, démarche qualité, Six Sigma.

Laboratoire(s) de recherches : ICTT (Interaction Collaborative, Téléformation, Téléactivités)

Directeur de thèse : Pr. Patrick PREVOT

Président de jury :

Composition du jury :

Patrick PREVOT	Professeur
Françoise SANDOZ-GUERMOND	Maître de conférences
Guy GOUARDERES	Professeur (rapporteur)
Pierre TCHOUNIKINE	Professeur (rapporteur)
Jean-Luc BERGER	Ingénieur Thales
Jean-Pierre PEYRIN	Professeur
Jacques PERRIN	Professeur (invité)